

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Новосибирский государственный технический университет
Сибирское отделение Российской Академии Наук
Академия военных наук
Российская академия Ракетных и Артиллерийских наук
Межрегиональная ассоциация «Сибирское Соглашение»
Федеральное государственное казенное военное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая
академия вооруженных сил Российской Федерации»
(филиал, г. Новосибирск)

НАУКА ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ОБОРОНА

ТРУДЫ

ХVІ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

посвященной 70-летию Победы Великой Отчечественной войне
22-24 апреля 2015г.

Новосибирск
2015

УДК 62+623](063)

ББК 72я431

Н 34

Н 34 **Наука Промышленность Оборона**: труды XVI Всероссийской научно-технической конференции / коллектив авторов; под редакцией К.А. Матвеева. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015-992с.

ISBN 987-5-7782-2646-3

Представлены труды XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов, соловых ученых и специалистов «Наука Промышленность Оборона – 2015». Материалы представлены по следующим секциям:

- *конструкция и действие средств поражения и боеприпасов;*
- *высокотехнологические конденсированные системы;*
- *технологические процессы в промышленности;*
- *безопасность технологических процессов и производств;*
- *динамика и прочность машин;*
- *самолето- и вертолетостроение и эксплуатация летательных аппаратов (ЛА) и авиационных двигателей;*
- *системы жизнеобеспечения и оборудования ЛА;*
- *гидроаэродинамика; техника и физика низких температур;*
- *ракетно-космическая техника, системы управления летательными аппаратами;*
- *экология, природопользование, защита окружающей среды;*
- *экономика и управление в промышленности;*

УДК 62+623](063)

ISBN 978-5-7782-2646-3

© Коллектив авторов, 2015

© Новосибирский

государственный технический

университет, 2015

СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА

Председатель оргкомитета:

Пустовой Н.В., д.т.н., профессор, председатель совета ректоров Сибирского Федерального округа, ректор Новосибирского государственного технического университета (НГТУ).

Сопредседатели:

Иванков В.И., председатель межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение», исполнительный комитет;

Диканский Н.С., академик РАН, советник РАН, профессор, д.ф.-м.н.;

Накоряков В.Е., академик РАН, советник РАН, главный научный сотрудник Института теплофизики СО РАН, руководитель АНО "Институт передовых исследований";

Пегашикин В.Ф., д.т.н., профессор, директор Нижнетагильского технологического института (филиала) Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, член-корреспондент АВН;

Руденко В.Л., д.т.н., директор ФКП Нижнетагильского института испытания металлов (НТИИМ), академик РАН, член-корреспондент АВН;

Серьезнов А.Н., научный руководитель государственного Сибирского научно-исследовательского института авиации имени С.А. Чаплыгина (СибНИА);

Смирнов С.А., заместитель Генерального директора ОАО "Компания "Сухой", директор НАЗ им. В.П. Чкалова;

Фомин В.М., академик РАН, профессор, д.ф.-м.н., директор Института теоретической и прикладной механики СО РАН;

Разгонов В.Л., полковник, начальник ВУНЦ СВ «Общевойсковой академии Вооруженных сил Российской Федерации» (филиал г. Новосибирск);

Эдвабник В.Г., к.т.н., д.э.н., член-корреспондент РАН, зам. генерального директора по развитию ОАО Научно исследовательский институт электронных приборов (НИИЭП).

Члены Оргкомитета:

Атапин В. Г., д.т.н., профессор, кафедра «Прочности летательных аппаратов» (ПЛА) НГТУ;

Балаганский И.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Газодинамических импульсных устройств» (ГДУ) НГТУ;

Гуськов А.В., к.т.н., доцент кафедры ГДУ НГТУ – ответственный

секретарь, член-корресподент АВН;

Дьяченко Ю.В., д.т.н., профессор кафедры «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ;

Литвинцева Г. П., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Экономики теории и прикладной экономики» (ЭТПЭ) НГТУ;

Коробейников С.М., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Безопасности труда» (БТ) НГТУ;

Костин В.В., президент ООО «Авиатехснаб»;

Курлаев Н.В., д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой «Самолето- и вертолетостроения» (СиВС) НГТУ;

Ларичкин В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Инженерных проблемы экологии» (ИПЭ) НГТУ;

Легкий В.Н., д.т.н., заведующий кафедрой «Автономных информационных и управляющих систем» (АИУС) НГТУ;

Левин В.Е., д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой ПЛА НГТУ;

Матвеев К.А., д.т.н., профессор, декан факультета летательных аппаратов НГТУ;

Мержиевский Л.А., д.ф.-м.н., профессор, НИИ Гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, член- корресподент АВН;

Милевский К.Е., к.т.н., доцент кафедры ГДУ НГТУ, член-корресподент АВН;

Немировский Ю.В., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник ИТПМ СО РАН, действительный член АВН;

Расторгуев Г.И., д.т.н., профессор, первый проректор НГТУ;

Саленко С.Д., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Аэрогидродинамики» (АГД) НГТУ;

Хмельников Е.А., д.т.н., профессор, Нижнетагильского технологического института (филиала) Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, ученый секретарь РУСЦ РАРАН, член-корресподент РАРАН, действительный член АВН;

Чичиндаев А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ.

Рабочая группа:

Вольф Н.А., студентка ФЛА 4-го курса гр. МБ-11

Вихорева Ю.А., студентка ФЛА 4-го курса гр. МБ-11

Уважаемые участники
XVI Всероссийской научно-технической конференции
«Наука. Промышленность. Оборона»!

Конференция НПО-2015 посвящена **70-летию Победы Советского Союза в Великой отечественной войне 1941- 45 годов.**

В годы Великой отечественной войны г. Новосибирск стал одним из главных оборонных промышленных центров СССР. Наряду с появившимся до войны авиационным заводом (1936 год, НАПО), Сибсельмаш (1929 год, в 1940 году внедрено снарядное и патронное производство), в этот период было эвакуировано из европейской части России множество научно-исследовательских и оборонных предприятий: СибНИИА (ЦАГИ, 1941 год), НАРЗ (1941 год,) и т.д.

После окончания Великой Отечественной войны г. Новосибирск стал одним из главных промышленных центров Западно-Сибирского региона. К началу 50-х гг. в Новосибирске готовили два транспортных, строительный и геодезический вузы, а также Сибирский филиал Всесоюзного заочного энергетического института. **Постановление об организации Новосибирского электротехнического института (НЭТИ) было принято Советом министров 19 августа 1950 года и подписано И.В. Сталиным.** Для строительства вуза требовался большой земельный участок. Участок около 20 га был выделен на левом берегу Оби. Удобная связь с центром города появилась лишь спустя несколько лет, когда был построен коммунальный мост через р. Обь (1956 г.). 1 сентября 1953 г. первые 150 студентов приступили к занятиям на двух факультетах: 75 человек училось на радиотехническом факультете, 75 человек на электромеханическом. 1 сентября 1956 года выполнен набор первых 100 студентов на специальность самолетостроение, а в 1959 году образован самолетостроительный факультет (ССФ) НЭТИ с целью обеспечения г. Новосибирска и регионов Сибири авиационными инженерными кадрами.

В апреле 1992 года НЭТИ успешно прошел очередную государственную аттестацию и решением Министерства науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации был переименован в Новосибирский государственный технический университет (НГТУ). В настоящее время в НГТУ существует 11 факультетов дневного отделения, на которых обучается 15 тыс. студентов. Общее число студентов составляет более 22 тыс. человек. Университет имеет лицензии на ведение образовательной деятельности по 31 направлениям и 90 специальностям высшего профессионального образования, а также по 49 магистерским программам, причем работа по лицензированию и открытию новых специальностей продолжается (<http://www.nstu.ru/I>).

В настоящий момент преемник ССФ – факультет летательных аппаратов (ФЛА) выполняет подготовку на семи кафедрах по 12 специальностям. Факультет имеет самые тесные отношения со всеми авиаобразующими предприятиями г. Новосибирска, участвует в целевой подготовке инженеров-специалистов для НАПО им. Чкалова, СибНИИА, ИТПМ, ИГД, ИТФ, НАРЗ, ОАО «Сибирь-техник», и оборонных предприятий ОАО «Искра», НИЭПи др.

Поздравляем всех участников конференции с 70-летием Великой Победы. Желаем Вам дальнейших успехов в деле укрепления научного, промышленного и оборонного потенциала нашей Родины!

Оргкомитет конференции

**ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДИАГРАММЫ
НАПРАВЛЕННОСТИ В ФАЗИРОВАННЫХ
АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ**

Новосибирский государственный технический университет,
г.Новосибирск

Адушинова М. А., Щебалкова Л. В.
94mary94@mail.ru

Переход от аналогового вида сигналов к цифровому напрямую связан с развитием вычислительной техники в современном мире. Фазированные антенные решетки с цифровым диаграммообразованием имеют более высокий уровень информативности, связанный с гибкостью цифровой обработки, и обеспечивают ряд привлекательных достоинств, которые выходят за пределы обычных решеток.

При выполнении любого алгоритма цифрового диаграммообразования, предварительно сигнал нужно представить в цифровом виде. Для этого необходим процесс аналого-цифрового преобразования, который состоит из следующих этапов:

сигнал (с ограниченной полосой) дискретизируется, т. е. аналоговый сигнал преобразуется в дискретный по времени сигнал с непрерывной амплитудой. Дискретизация – это определение значений непрерывного сигнала (например, аналогового) в дискретные моменты времени;

амплитуда каждого дискретного элемента сигнала квантуется в один из 2^B уровней (B – число битов, которым дискретная выборка представлена в АЦП);

дискретные уровни амплитуды представляются или кодируются в виде различных слов, каждое из которых имеет длину B бит.

Описанный процесс имеет три различных типа сигналов:

1) Аналоговый входной сигнал непрерывен как по времени, так и по амплитуде;

2) Дискретный сигнал непрерывен по амплитуде, но определяется только в дискретных точках во времени;

3) Цифровой сигнал дискретный как во времени, так и по состоянию (рис. 1). Такие типы сигналов описываются решетчатыми функциями $x(nT)$, которые могут принимать только конечное число значений из некоторого конечного интервала $x' \leq x \leq x''$. Эти значения называются *уравнениями квантования*, а соответствующие им функции – *квантованными*.

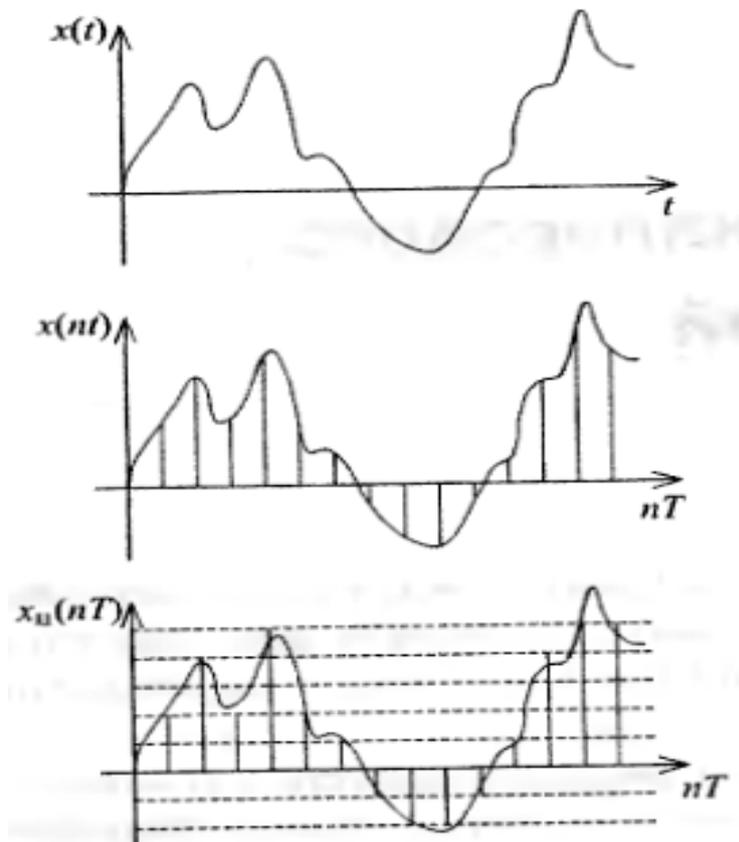


Рис. 1. Процесс дискретизации сигнала

Таким образом, номер n отсчета дискретного сигнала может интерпретироваться как нормированное время $x(nT)=x(n)$.

Теорема Котельникова утверждает, что, если f_{max} – самый высокочастотный компонент сигнала, то элементы выборки полностью описывают сигнал, а дискретизация сигнала должна осуществляться с частотой не ниже $2 f_{max}$. Дискретизация с частотой меньше той, которую таит теорема Котельникова, приведет к появлению перегибов или наложению зеркальных частот в интересующей нас частотной области. На практике это явление устраняется путем предварительного пропускания сигнала через аналоговый фильтр защиты от наложения спектров.

На рис. 2 показан процесс дискретизации, который можно рассматривать как умножение аналогового сигнала $x(t)$ на выборочную функцию $h(t)$. Функция $h(t)$ состоит из импульсов единичной амплитуды с шириной dt и периодом T .

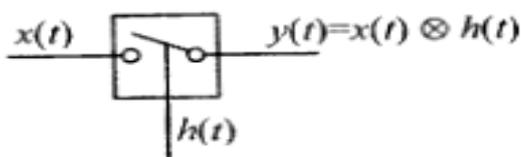


Рис. 2. Схема дискретизации сигнала

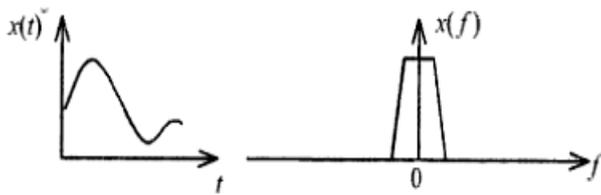


Рис. 3. Спектр сигнала до дискретизации

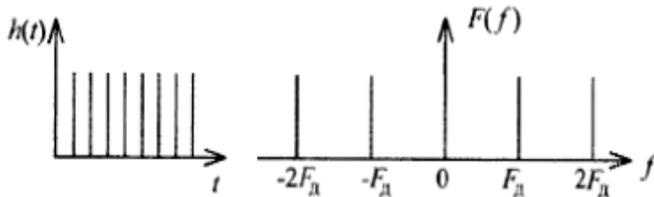


Рис. 4. Повторение спектра дискретного сигнала в точке, крайней от частоты дискретизации

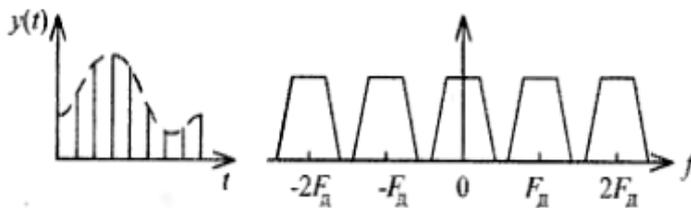


Рис. 5. Описание процесса дискретизации сигнала во временной и частотной областях

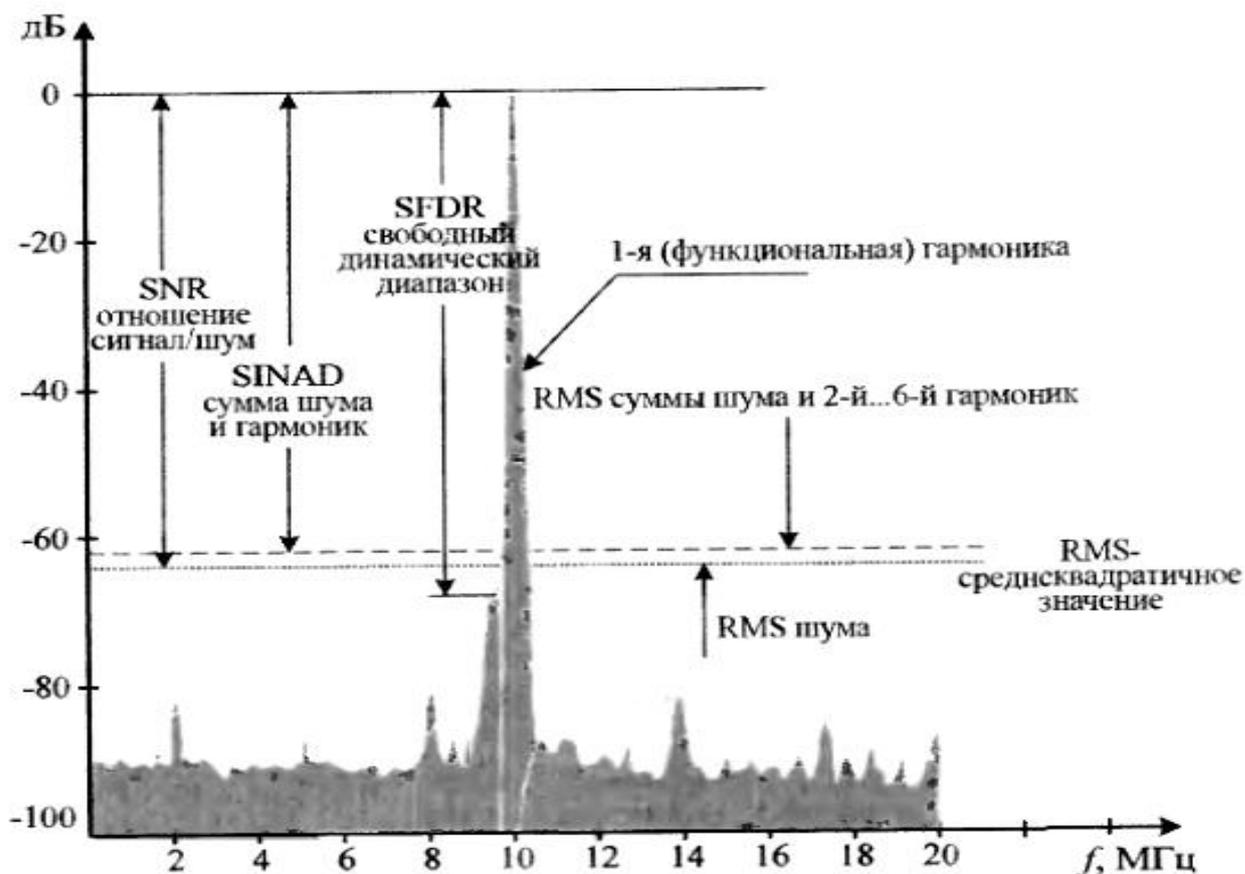
Традиционно АЦП принято характеризовать такими параметрами, как частота дискретизации, время преобразования, интегральная и дифференциальная нелинейность и др.

Лидеры рынка по производству АЦП, кроме этого характеризуют свои АЦП динамическими параметрами:

- тотальный коэффициент гармоник (TotalHarmonicDistortion);
- отношение сигнал/шум (Signal-to-NoiseRatio); сумма шума и гармоник (Signal-to-Noiseand - Distortion);
- эффективное число разрядов (Effective Number of Bits);
- свободный динамический диапазон, а так же зависимость этих параметров от частоты (Super-FreeDinamicRonde).

С точки зрения максимизации динамического диапазона приемника при заданной разрядности, уровень собственных шумов нужно располагать как можно ниже по сетке уровней квантования. При этом, проектируемая система должна соответствовать заданному отношению сигнал/шум, при котором обеспечиваются необходимые вероятности правильного обнаружения и ложной тревоги.

Рис. 6. Спектр одночастотного сигнала



Но в любом случае аппаратный шум стараются снизить до такой величины, что бы отношение сигнал/шум определялось входными шумами. Теоретически минимальный уровень шумов определяется в аналого-цифровом приемном тракте шумами квантования, но на практике конструктивные шумы могут превышать уровень шумов квантования. Таким образом, для снижения потерь в пороговом сигнале собственные шумы приемного тракта должны превышать уровень аппаратных шумов, в которых значительную величину могут составлять конструктивные шумы.

Библиографический список:

1. Григорьев Л. Н. Цифровое формирование диаграммы направленности фазированных антенных решеток; Изд-во «Радиотехника», Москва, 2010 – 144 с.
2. Кузьмин С. З. Цифровая радиолокация; Изд-во «Квіц», Киев, 2000 – 428 с.

УДК533.65

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОМПОНОВОК ЛЁГКИХ САМОЛЁТОВ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

*Сибирский научно-исследовательский институт авиации

им. С.А. Чаплыгина, г. Новосибирск

*Акимов М. А., Зайцев В. Л.**

akimail@yandex.ru

В предыдущих работах [1-3]:

☑ Разработано программное обеспечение для расчёта основных характеристик самолёта: аэродинамических, массовых, лётно-технических, взлетно-посадочных.

☑ Поставлена задача оптимизации по критерию топливных затрат аэродинамической компоновки лёгкого многоцелевого самолёта с ограниченной дистанцией разбега.

Настоящая работа посвящена анализу результатов выполненных исследований и постановке новых задач.

Рассматривались две перспективные компоновки лёгких многоцелевых самолётов с расширенными возможностями базирования: моноплан и биплан. Бипланная компоновка рассматривалась в связи с успешной модернизацией в 2012 г. самолёта Ан-2 в Сибирском научно-исследовательском институте авиации им. С. А. Чаплыгина [4-6].

Разработанный авторами алгоритм и созданный на его основе программный комплекс обеспечивают решение задач оптимизации аэродинамических компоновок лёгких самолётов в первом приближении. Возможность сравнивать при определённых условиях серию оптимальных по избранному критерию компоновок, даёт возможность оценивать потенциальные возможности перспективной авиационной техники.

Задача оптимизации ставилась следующим образом. Задавалось начальное приближение аэродинамической компоновки самолёта, например, за основу были взяты размеры и пропорции самолёта Ан-2. В качестве параметров оптимизации выступали удлинение и сужение крыла. Площадь крыла определялась из условия обеспечения требуемой дистанции разбега. Вводились следующие граничные условия:

- Масса целевой нагрузки
- Дальность полёта
- Дистанция разбега
- Скорость полёта
- Высота полёта

Целевой функцией были выбраны удельные топливные затраты (г) на тонну целевой нагрузки и на километр дальности полёта. Расчёты осуществлялись без учёта близости земли и влияния работающей силовой установки.

Созданное программное обеспечение применимо, как для осуществления расчёта основных характеристик самолёта, так и оптимизации параметров его аэродинамической компоновки, что позволяет производить серию разнообразных исследований по определению размеров воздушного судна, выявлению достоинств и недостатков некоторых компоновок. Ниже представлены основные результаты, демонстрирующие возможности созданного программного комплекса.

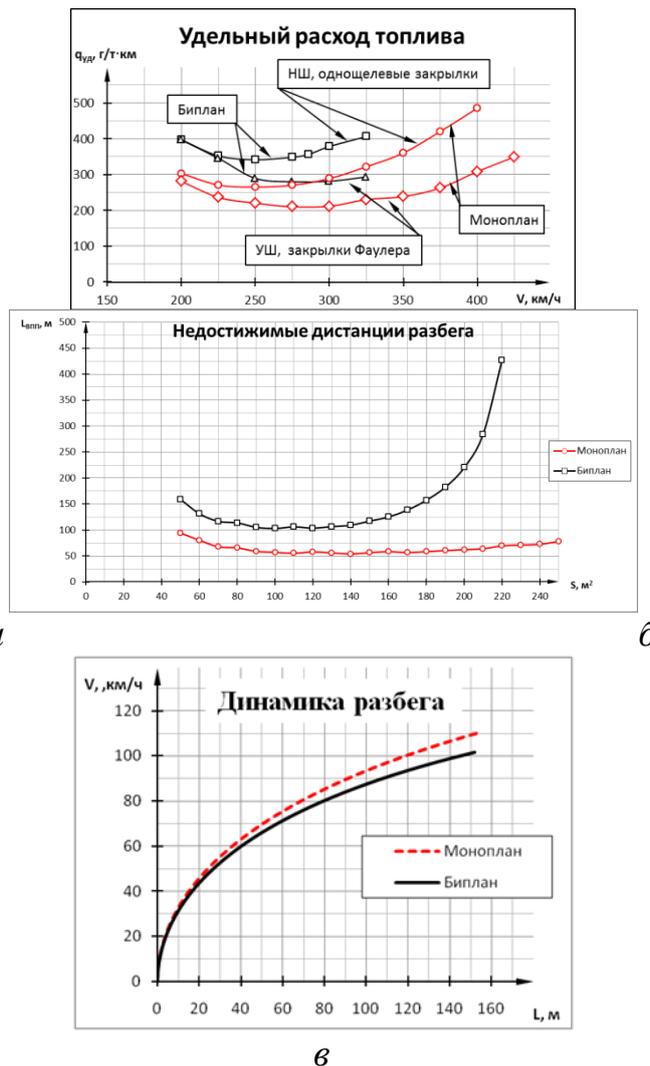


Рис. 1. Основные результаты исследований. (а) Значения удельных топливных затрат для оптимальных аэродинамических компоновок в зависимости от заданной скорости полёта. (б) Значения дистанции разбега от площади крыла, предельные случаи. (в) Зависимость скорости самолёта от координаты при разбеге.

На рисунке 1 (а) приведён результат оптимизации в виде зависимости удельных топливных затрат для различных аэродинамических компоновок и скоростей полёта. Можно наглядно оценить влияние, применения более совершенной механизации и убирающегося шасси. Выигрыш составляет до 20%. В процессе оптимизации площадь крыла уменьшилась по сравнению с исходной примерно в два раза, как для моноплана, так и для биплана. Удлинения и сужения крыльев для обеих компоновок увеличились с 7,0 до 9,0 и с 1,0 до 1,5...2,0 соответственно.

На рисунке 1 (б) показаны результаты тестов по достижению минимальной взлётной дистанции, при стремлении её к нулю. При прочих равных условиях увеличение площади крыла ведёт к сокращению взлётной дистанции. Учитывая изменение массы самолёта, достигая определённого значения, дальнейшее увеличение площади крыла приводит к значительному увеличению массы самолёта и дистанции разбега. Таким образом, можно выявить физические пределы для ряда компоновок.

На рисунке 1 (в) показана зависимость скорости от координаты для бипланной и монопланной компоновок. При примерно одинаковых массах и идентичных силовых установках до скоростей около 40...50 км/ч влияние аэродинамической составляющей не существенно и самолёты с разными компоновками имеют примерно одинаковую динамику. После 50 км/ч вклад аэродинамических сил становится существеннее. Свободнонесущий биплан имеет значение силы лобового сопротивления большее, чем моноплан с аналогичными лётно-техническими и взлётно-посадочными характеристиками. В связи с чем, биплан на момент достижения точки отрыва (150 м) развивает меньшую скорость, что требует большей площади крыла, для обеспечения заданной дистанции разбега. Моноплан имеет меньшее лобовое сопротивление, в следствии чего, на отведённой дистанции развивает более высокую скорость, чем у биплана, и потребная площадь его крыла становится меньше, что также снижает лобовое сопротивление.

Важно понимать, что предварительные исследования ещё не учитывают ряд существенных факторов:

- Влияние близости земли. Это влияние может существенно сказаться для самолётов выполняемых по бипланной, низкопланной или непосредственно экранолётной схемах, причём как положительно, так и отрицательно.
- Влияние работающей силовой установки. Струю работающего двигателя целесообразно использовать для улучшения аэродинамических характеристик самолёта, поэтому при дальнейшем развитии программного комплекса необходимо моделировать работу силовой установки.
- Расчётные методы. Внедрение дополнительных расчётных методов позволит рассчитывать характеристики и выполнять оптимизацию параметров самолёта сложной конфигурации, расширит набор оптимизируемых параметров и оцениваемых характеристик.

Учитывая мировой опыт по разработке алгоритмов и систем автоматизированного проектирования, междисциплинарный подход при оптимизации конструкции и (или) аэродинамической компоновки является актуальным направлением. Несмотря на схожесть таких работ, каждая из них имеет свои особенности как в методах, так и в алгоритмах расчёта характеристик и оптимизации параметров самолёта. Создание такого комплекса специализированного для нужд «СибНИА им. С. А. Чаплыгина» и отделения «Аэродинамики и динамики полёта летательных аппаратов» является оправданным, так как он сможет консолидировать многолетний опыт работы института и его сотрудников, что в дальнейшем позволит проектировать перспективную авиационную технику, на качественно новом уровне.

Библиографический список:

1. Разработка программного обеспечения для предварительной оценки аэродинамических характеристик лёгких самолётов / М. А. Акимов, В. Л. Чемезов // Труды 14 Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона», посвященной 100-летию со дня рождения А. И. Покрышкина (24–26 апр. 2013 г.). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – С. 9–12.

2. Оценка аэродинамических характеристик лёгких самолётов на начальной стадии разработки / М. А. Акимов, В. Л. Чемезов // Проблемы и перспективы развития авиации и авиастроения России: Всероссийская научно-техническая конференция/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. (17 мая 2013 г.) – Уфа: УГАТУ, 2013. – С. 7–9.

3. Оптимизация основных параметров лёгких самолётов в первом приближении/ М. А. Акимов, В. Л. Чемезов // Труды 15 Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона» 23-25 апр. 2014 г.). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.

4. <http://sibnia.ru/press-czentr/novosti/detail.php?ID=49> (28.01.2015)

5. <http://sibnia.ru/an-2/> (28.01.2015)

6. <http://sibnia.ru/press-czentr/novosti/detail.php?ID=52> (28.01.2015)

УТИЛИЗАЦИЯ ХЛОРУГЛЕВОДОРОДОВ НА НАНОДИСПЕРСНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

¹Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

³Новосибирский технологический институт (филиал) Московского государственного университета дизайна и технологии, г. Новосибирск

Акимова Т.Н.¹, Бедило А.Ф.^{2,3}, Кенжин Р.М.², Чесноков В.В.^{1,2},

Шувараква Е.И.^{2,3}

akimovtn92@gmail.com

Ежегодно на предприятиях образуются 30...40 тыс. тонн отходов, содержащих в своем составе хлорорганические соединения, которые необходимо утилизировать. В настоящее время ко всем способам переработки отходов хлорорганических соединений накладывается ряд экологических и экономических требований. К числу таких требований относятся коммерческая ценность образующихся продуктов, экономичность переработки, высокая степень превращения, универсальность способа, отсутствие среди продуктов токсичных веществ.

Целью данной работы является разработка каталитического метода переработки хлоруглеводородов на примере 1-хлорбутана и определение активных центров реакции дегидрогалогенирования, а также исследование воздействия реакционной среды на нанодисперсные катализаторы.

Катализаторы AP-MgO и CP-MgO исследовались в реакции каталитического дегидрогалогенирования 1-хлорбутана. Образцы помещались в ампулу в проточный реактор, активировались в потоке аргона при температуре реакции, после чего проводилась реакция с хлорбутаном. Превращение хлорбутана в бутилен фиксировали на газовом хроматографе на пламенно-ионизационном детекторе. Были проведены исследования электроноакцепторных центров методом спиновых зондов с использованием в качестве зонда раствора перилена в толуоле. Измерение концентрации активных центров проводили методом ЭПР после адсорбции зонда и прогрева в течение 18 часов при температуре 80°C.

Установлено, что на поверхности исходных образцов катализаторов AP-MgO и CP-MgO электроноакцепторные центры отсутствуют. Каталитическая активность заметно возрастает по мере протекания реакции, которая сопровождается модифицированием поверхности и объема MgO ионами хлора [1]. Наблюдается хорошая корреляция между концентрацией тестируемых при помощи перилена электроноакцепторных центров и каталитической активностью катализатора. Полученные результаты свидетельствуют о том, что слабые электроноакцепторные центры поверхности ответственны за протекание реакции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по гранту 13-03-12227 офи_м.

Библиографический список

1. I. V. Mishakov, A. F. Bedilo, R. M. Richards, V. V. Chesnokov, A. M. Volodin, V. I. Zaikovskii, R. A. Buyanov and K. J. Klabunde. Nanocrystalline MgO as a Dehydrohalogenation Catalyst // Journal of Catalysis – 2002. - № 206. – p. 40-48.

УДК 543.573:543.442

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ОТХОДОВ АЧИНСКОГО ГЛИНОЗЕМНОГО КОМБИНАТА**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Александров В.Ю., Долматова У.В., Ключева С.К., Садыкова А.А.
snez.klyueva@yandex.ru

Актуальность работы. Производство глинозема в России осуществляется на пяти заводах, крупнейший из которых Ачинский глиноземный комбинат (АГК), с выработкой продукции около 1 млн. тонн в год. При получении глинозема образуются отходы, которые, в настоящее время, не вовлекаются во вторичное обращение, а размещаются в шламонакопителях. В частности, это отходы термоактивации гидроксида алюминия, отнесенные предприятием к пятому классу опасности. При этом, предприятие несет затраты на экологические платежи за размещение отходов и организацию шламохранилища, на что необходимо отчуждение земель. К тому же отходы не вовлекаются во вторичное обращение, что не соответствует природоохранной политике страны. Поэтому представляет интерес провести исследование физико-химических свойств отходов для поиска путей их утилизации.

Объект исследования: отходы термоактивированного гидроксида алюминия (образец передан АГК).

Данные собственника отходов:

- влагоемкость – 0,11 см³/г
- удельная поверхность - 166,8 м²/г
- потери веса при прокаливании – 17,5%
- массовая доля влаги - 2,2%

Цель исследования: определить физико-химические свойства отходов, необходимые для рекомендации их использования, как сырья, в производстве товарных продуктов на основе оксида алюминия.

Методы исследования:

1. Определение потери веса при прокаливании (далее ΔР).
2. Рентгенофазовый анализ (РФА).
3. Определение кислотности водной вытяжки по водородному показателю рН

Результаты исследований и их анализ.

На рис. 1 показана зависимость потери веса при прокаливании ΔP от температуры прокалывания. Каждая точка получена усреднением данных веса (P) по пяти навескам. При каждой температуре время прокалывания составляло 1 час. Значение ΔP рассчитывалось по формуле

$$\Delta P \% = (1 - (P_0 - P_t) / P_0) \cdot 100\%,$$

где: P_0 – вес образца в исходном состоянии;

P_t – вес образца после прокалывания при температуре $t^\circ\text{C}$.

Анализ графика ΔP от температуры, с привлечением данных РФА, выявил три характерные области:

1) в диапазоне 20 ... 100 $^\circ\text{C}$ происходит удаление химически несвязанной воды (влаги) $\Delta P = 1,8\%$ - (близко к данным АГК по массовой доле влаги);

2) в диапазоне 100 ... 500 $^\circ\text{C}$ происходит удаление химически связанной воды $\Delta P = 20\%$ - (близко к данным АГК по ΔP)

3) в диапазоне 500 ... 900 $^\circ\text{C}$ наблюдается постоянство веса (отсутствие химических превращений)

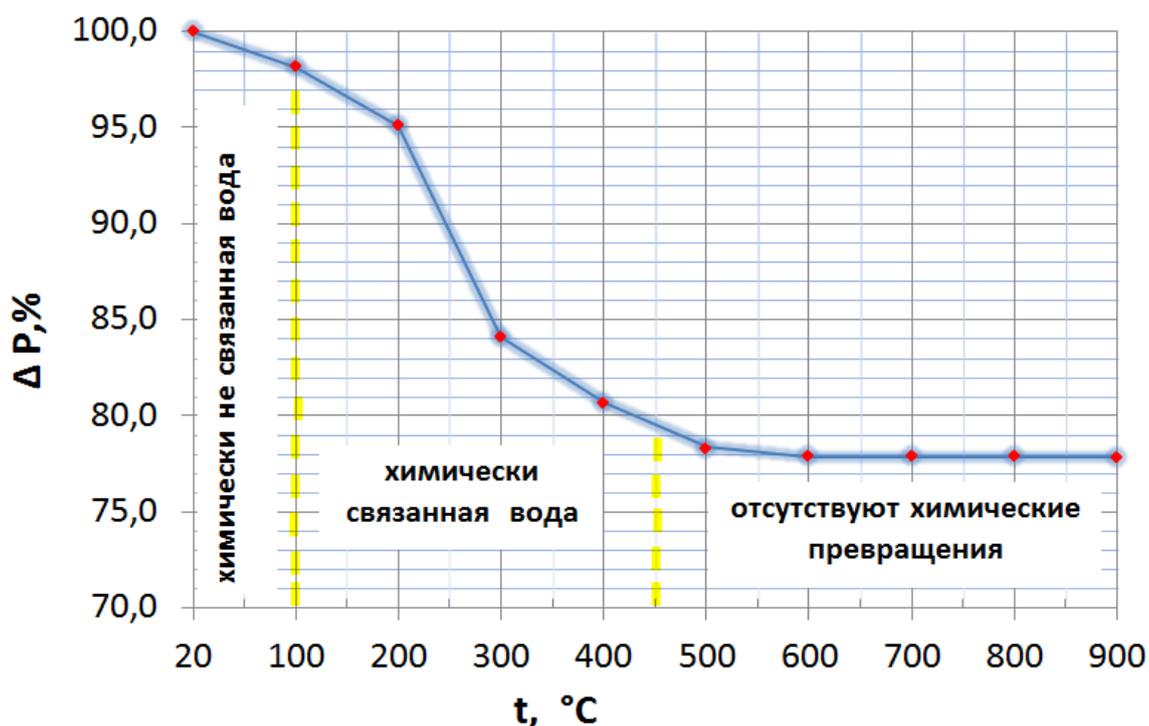


Рис. 1 - Зависимость ΔP от температуры прокалывания

Водная вытяжка (100 г отходов на 500 мл воды, экспозиция 60 суток) показывает выраженную щелочную среду с $\text{pH} = 9,0$. Определение количества отходов, которые перешли в раствор, проведено по весу сухого остатка в двух аликвотах по 50 мл. Массовая доля растворимой части (усредненная величина) составляет 5,8 % от исходного веса отходов. Осадок во влажном состоянии представляет собой пластичную массу, которая рассыпается во время просушивания при температуре 150 $^\circ\text{C}$.

Результаты рентгенофазового анализа представлены для исходного образца на рис. 2, этого же образца после водной вытяжки на рис. 3, а после опытов по определению ΔP на рис. 4.

- 1) В исходном образце выявлена смесь фаз: бемит $AlO(OH)$ (углы отражения (θ) 29° и 39°); гиббсит $Al(OH)_3$ (θ $18 - 20^{\circ}$).
- 2) В исходном образце после водной вытяжки выявлены фазы: гиббсит $Al(OH)_3$; баерит $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ (появление, или рост, по сравнению с исходным образцом линий при θ $20; 40, 50 - 60^{\circ}$).

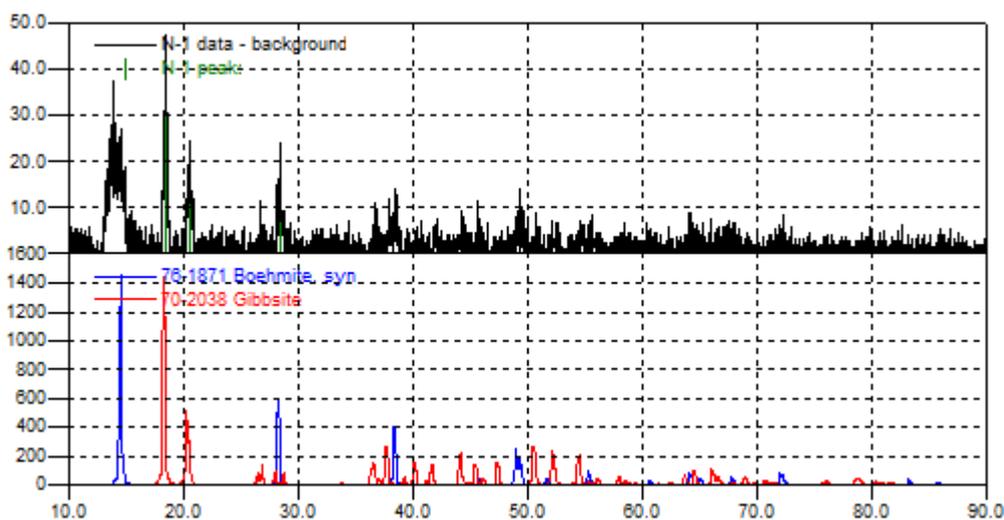


Рис. 2 - Результат исследования РФА исходного образца

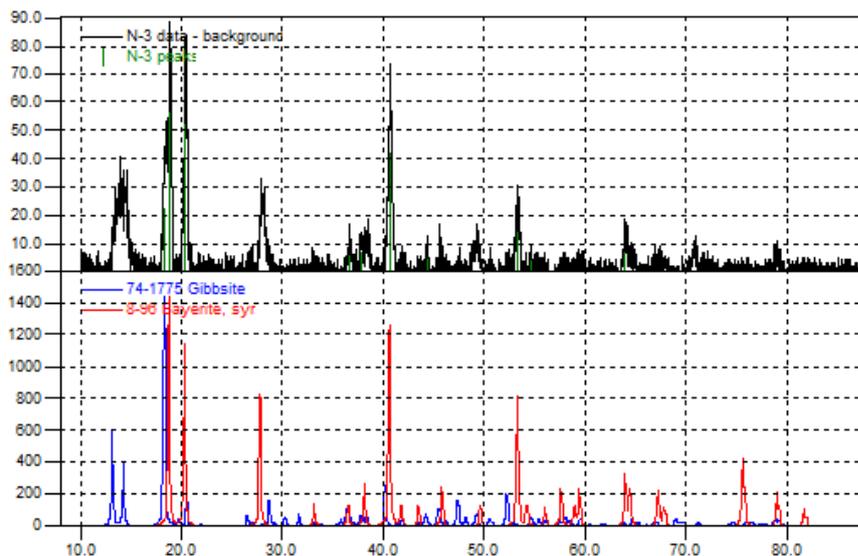


Рис. 3 - Результат исследования РФА образца после водной вытяжки

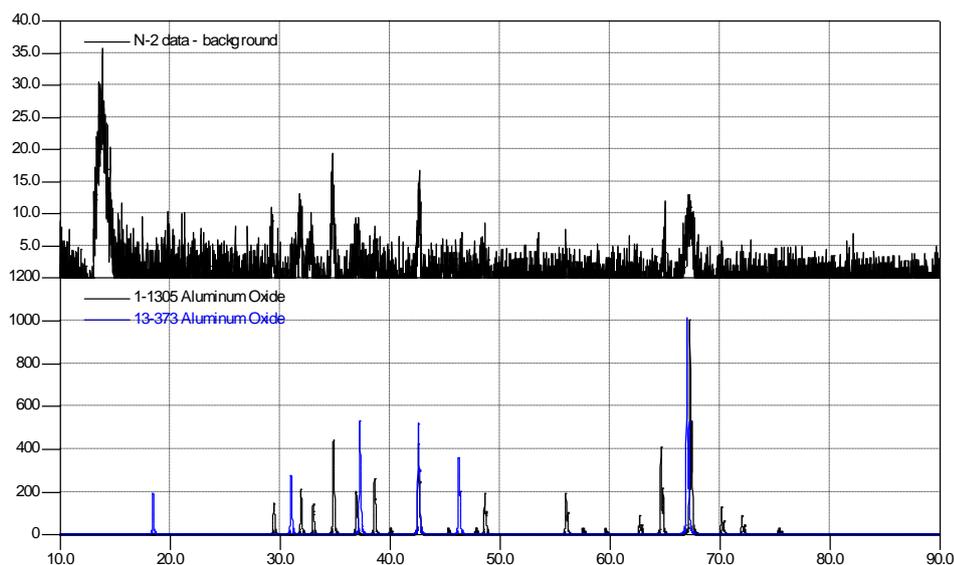
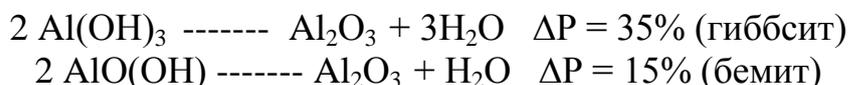


Рис. 4 - Результат исследования РФА образца после опытов по определению ΔP

3) В исходном образце после опытов по определению ΔP выявлены фазы оксида алюминия не относящиеся к чистым гамма-, альфа- фазам (появление по сравнению с исходным образцом линий при θ 67° , исчезновение пиков гидратированных форм в области θ 20°).

Для получения теоретически ожидаемых величин ΔP , при переходе гидратированных форм в чистый оксид алюминия, проведены расчеты по уравнениям:



Во-первых, отметим, что значение $\Delta P = 20\%$ (с учетом химически не связанной воды 2%) исходного образца отходов после прокаливания в области температур ($500 \dots 900^\circ\text{C}$) (см. рис. 1) можно объяснить дегидратацией смеси гиббсита и бемита. По литературным данным такое превращение происходит в области температур $200 \dots 500^\circ\text{C}$, с образованием оксида алюминия в различных кристаллических формах (γ , η , X) [1]. При этом, экспериментально полученная величина $\Delta P = 20\%$ попадает в интервал теоретически рассчитанных величин $\Delta P = 15 \dots 35\%$ для удаления воды из гидратированных форм алюминия.

Во-вторых, исходные образцы отходов имеют большое химическое сродство к воде с образованием баерита, при этом, в раствор переходит $5,8\%$ от массы отходов. Баерит дегидратируется при $150 \dots 200^\circ\text{C}$ [1], поэтому линии при θ $20, 40, 50 - 60^\circ$ не наблюдаются, либо слабо проявляются, в других образцах: исходном (рис. 2), после опытов по определению ΔP (рис.4).

В третьих, после потери воды (500°C), и до максимальной исследованной температуры (900°C), отходы представляют фактически чистый оксид алюминия не относящийся к чистым гамма- и альфа-фазам, а, вероятно, состоит из смеси γ - , η - , X -фаз.

Таким образом, исследованные отходы АГП имеют перспективу использования в качестве сырья в производстве товарных продуктов на основе оксида алюминия, а именно, сорбентов, носителей для катализаторов, высокотемпературных материалов: керамика, огнеупоры, корунды и др., на что и будет направлена дальнейшая работа.

Библиографический список:

1. Кнунянц И.Л. Краткая химическая энциклопедия / И.Л. Кнунянц, гл. редактор. – М : ГНИ СЭ, 1961. – 153 с.

Авторы благодарят д.х.н. В.В. Полубоярова за организацию работ по РФА.

УДК 629

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРЕДНЕЙ СТОЙКИ ШАССИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск.

Александров Д. А., Юдин Б.В.

tarpan_sib@mail.ru

предложена математическая модель передней стойки шасси связывающая геометрические, кинематические, силовые и динамические параметры как функцию от перемещения стойки позволяющая оценить варианты сочетаний устройств определяющих демпфирующие и упругие свойства

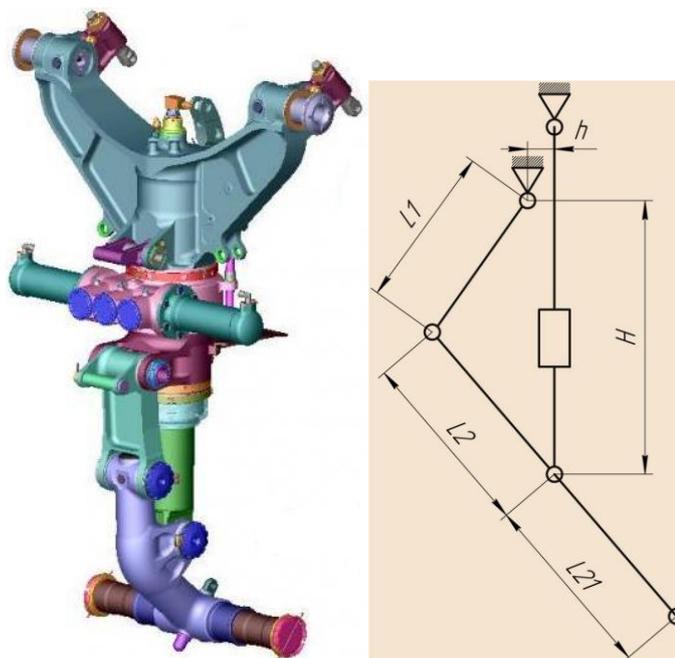


Рис. 1- 3D – модель передней стойки шасси и её кинематическая схема.

Передняя стойка — двухколёсная, с рычажной подвеской колёс и азотно-масляным амортизатором. Рычажная подвеска колёс обеспечивает амортизацию не только вертикальных, но и горизонтальных ударов, возникающих при раскрутке колёс во время посадки и при движении самолёта по аэродрому.

В кинематическом анализе механизмов, изучаемом в ВУЗе, используется обобщённые координаты, обычно это угол поворота первого звена плоского механизма. Угловая скорость первого звена принимается известной и постоянной, поправка осуществляется после выполнения динамического и силового анализа, после расчёта маховика и установки его на механизм.

В представленной на рис.1 кинематической схеме, обобщённой координатой выбран вертикальный ход стойки шасси. Закон движения заранее не известен, поэтому прямое использование метода замкнутых векторных контуров невозможно. Для таких случаев используется более сложный матричный метод. Использование хода механизма в качестве обобщённой координаты позволит получить все аналитические зависимости от геометрии к кинематическому, силовому и динамическому анализам.

Все аналитические зависимости получены при использовании математического пакета Maple.

Матричный метод описывает переход от предыдущего звена к последующему как произведение вектора, описанного в предыдущей системе координат, связанной со звеном к последующей произведением вектора на матрицу поворота-перемещения.

Сначала задаётся начальная точка и связанная с ней исходная система координат(оси которой параллельны глобальной) $OR := [0, 0, 0, 1]$

;

задаётся матрица поворота от исходной системы координат к системе координат связанной со звеном:

$$T03 := \begin{bmatrix} \cos(\phi3) & \sin(\phi3) & 0 & -L3 \\ -\sin(\phi3) & \cos(\phi3) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

радиус-вектор исходной точки есть результат произведения исходного радиус-вектора на матрицу поворота-переноса.

$$R23 := [-L3, 0, 0, 1];$$

матрица перехода к следующему звену, и связанной с ним системе координат:

$$T32 := \begin{bmatrix} \cos(-\phi3 + \phi2) & \sin(-\phi3 + \phi2) & 0 & -L2 \\ -\sin(-\phi3 + \phi2) & \cos(-\phi3 + \phi2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

радиус-вектор исходной точки в новой системе координат :

$$R13 := [-\cos(-\phi3 + \phi2) L3 - L2, \sin(-\phi3 + \phi2) L3, 0, 1];$$

Метод позволяет кроме исходной точки позволяет определять любую точку, на любом из звеньев, в любой из связанных со звеньями механизма,

системами координат. В ходе геометрического анализа связываются все перемещения и все углы с обобщённой координатой, в нашем случае это ход стойки шасси. Полученные геометрические зависимости позволяют после дифференцирования по обобщённой координате перейти к аналогам скоростей и ускорений.

Все полученные зависимости - аналитические, зависят от одной величины – обобщённой координаты, аналитическая форма записи результатов может занять страницу текста, ниже представлены графические представления на примере угловых скоростей и ускорений первого звена.

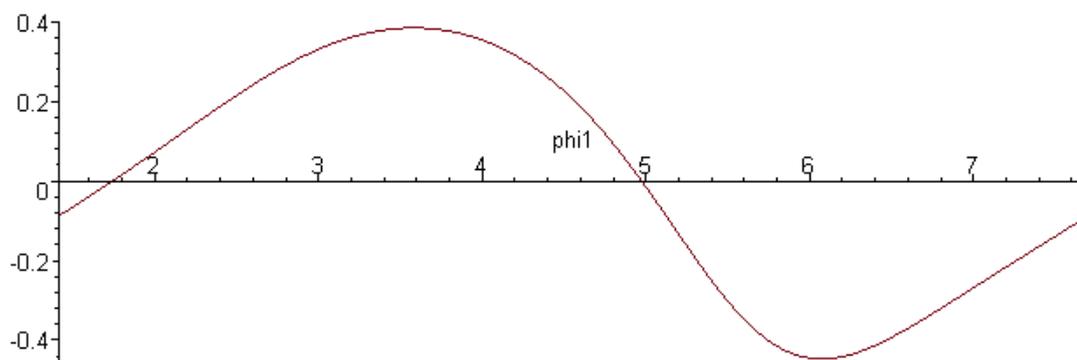


Рис.2- Угловая скорость звена II.

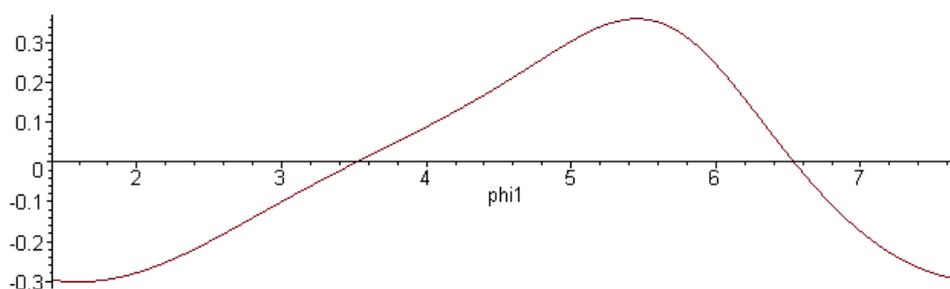


Рис.3- Угловое ускорение звена II.

Аналогично получают линейные скорости и ускорения любых точек.

Произведения ускорений на массы дают силы инерции, произведения угловых ускорений на моменты инерции – моменты инерциальных сил, что позволяет перейти к силовому и динамическому анализу.



Рис.4- Работа сил произведения.

Ход стойки используется в качестве обобщённой координаты для определения всех геометрических, кинематических, силовых и динамических параметров механизма и она же для получения сил возникающих при сжатии стойки, для различных сочетаний упругих и демпфирующих устройств в соответствии с моделями Максвелла и Кельвина.

Замыкание систем уравнений описывающих работу стойки шасси, будет завершено приравниванием работы по гашению удара стойкой шасси к кинетической энергии падения самолёта с заданной высоты.

В качестве бонуса будут автоматически получены силы в кинематических парах, необходимые для расчёта подшипниковых узлов, и все нагрузки на звенья для расчёта их на прочность.

Библиографический список:

1. Артоболевский И.М. Теория механизмов и машин. М., 1975.
2. Вульфсон И.И., Ерахов М.Л., Коловский М.З. и др. Механика машин. Учебное пособие для вузов – М.: Высш. шк. 1996.
3. Красковский Е.А., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчёт и конструирование приборов и вычислительных систем. – М.: Высш.шк.,1991.
4. Машнев М.М., Красковский Е.А., Лебедев П.А. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. Л.: «Машиностроение». 1980.
5. Механика технических систем: труды научных школ НГТУ / отвю редактор Н.В. Пустовой. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. - Юдин Б.В. Применение тензорного исчисления при анализе механических систем с. 135-143.
6. Известия ВУЗов. Строительство. 2009, №6, Кинематический анализ механизмов с использованием ряда Тейлора. Гилета В.П. Юдин. Б.В., стр 55-61.

УДК 621.7

**МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ
ПРОВОЛОКИ ХОЛОДНОВЫСАДОЧНОГО СТАНКА**

Новосибирский государственный технический университет,г.
Новосибирск

Алексеев А. П.
a.p.alekseev@ngs.ru

Для соединения деталей и сборочных единиц в авиастроении используют крепёж (метизы) в виде болтов, винтов, заклёпок и сегодня им нет достойной альтернативы. От качества изготовления крепежа во многом

зависит качество и надёжность самолёта в целом, поэтому их производству уделяется большое внимание. В связи с широким ассортиментом и большим количеством метизов на предприятии предусмотрен специализированный высадочный участок по их выпуску с применением автоматов и полуавтоматов, которые могут перестраиваться в зависимости от типа, размеров, материала крепежа. Особое внимание уделяется холодновысадочному станку высокой производительности. Станок предназначен для холодной высадки деталей $\varnothing 2...6$ мм и длиной до 70 мм из проволоки поставляемой в бухтах. Проволока, поставляемая на предприятие, изготавливается по ТУ4-14-385-73 [1], с предельными значениями временного сопротивления на разрыв σ_b от 450 МПа до 650 МПа. Одним из проблемных вопросов на участке является частая остановка этого станка, что приводит к снижению качества и производительности выпуска изделий. Поэтому, целью наших исследований является выявление причин остановки станка с целью их устранения.

Анализируя работу станка, обратили внимание на неравномерную частоту остановки станка в зависимости от партий проволоки поступающих на предприятие. Проведённые исследования механических характеристик проволоки, изготовленных по одному и тому же техническому условию, но взятых из разных партий показали неоднородность одной из основных механических характеристик σ_b . Частые остановки станка наблюдались при высадке крепежа из проволоки с временным сопротивлением на разрыв близким к верхнему допустимому значению. При использовании проволоки с σ_b близким к нижнему допустимому значению, частота остановок станка была значительно меньше.

Дополнительные опыты обработки проволоки с такими же геометрическими характеристиками, которые предусмотрены в ТУ4-14-385-73 и с $\sigma_b=350$ МПа, что меньше нижнего допустимого значения временного сопротивления на разрыв по этому ТУ показали, что станок стабильно работал без остановок. Это говорит о том, что остановки станка связаны с жёсткостью проволоки, влияющей на настройку механизма подачи, структурная схема которого представлена на рис.1.

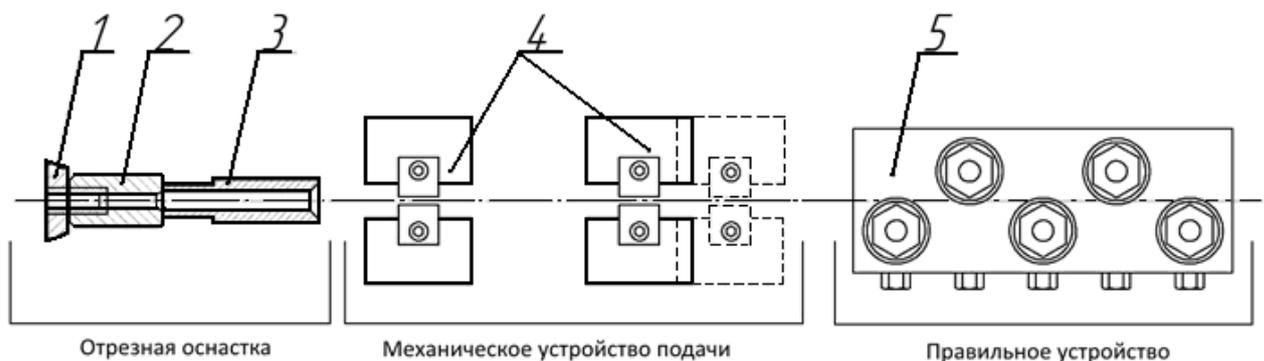


Рис.1. Структурная схема механизма подачи проволоки холодновысадочного станка:

- 1 - нож отрезной; 2 - втулка отрезная; 3 - втулка направляющая;
4 - колодки зажимные; 5 - правильное устройство.

Основной задачей этого механизма является устранение кривизны исходной проволоки и подача её в зону обработки. Необходимость соблюдения требуемой геометрии заготовок значительной протяженности при создании автоматических устройств обращено в работе [2] посвящённую установке для резки длинномерных медных трубок. В этом случае правильное устройство, которое входит в механизм подачи, настраивается в зависимости от значения временного сопротивления обрабатываемой проволоки. С увеличением σ_b ролики больше сдвигаются друг к другу для устранения исходной кривизны проволоки, но при этом возникают значительные силы трения, препятствующие подаче проволоки, что приводит к возникновению характерных дефектов (задилов) в зоне зажимных колодок. При ослаблении правильного устройства кривизна не устраняется, и проволока застревает в отрезной втулке, о чем свидетельствует появление дефектов проволоки в зоне отрезной оснастки.

Вышеуказанное противоречие можно устранить модернизацией механического устройства подачи проволоки станка или добавлением силового устройства. Добавление силового устройства требует вложения капитальных затрат и появляются сложности в синхронизации с другими устройствами станка. Поэтому предлагается модернизация механического устройства подачи с целью стабилизации работы станка.

Было замечено, что несмотря на высокую жёсткость проволоки, на предприятии она используется давно и обрабатывается на подобных холодновысадочных автоматах. На других автоматах используются подающие ролики, которые приводятся в периодическое движение роликовой муфтой или храповым механизмом от кривошипного диска. Зажатие проволоки роликами осуществляется за счет прижимного винта или пневматического цилиндра. Подобная схема механического устройства указана на рис. 2.

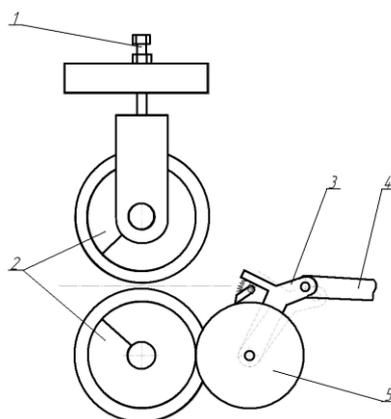


Рис.2.- Роликовое механическое устройство подачи:
1 - прижимной винт; 2 - подающие ролики; 3 - кулиса храпового колеса с собачкой; 4 - рычаг; 5 - храповое колесо.

В связи с тем, что роlikовое устройство подачи простое в исполнении и зарекомендовало себя по опыту прошлых лет, было решено применить его для модернизации существующего механического устройства подачи станка.

На рис.3 и рис.4 схематично показана соответственно существующая и модернизированная компоновка механического устройства подачи проволоки станка.

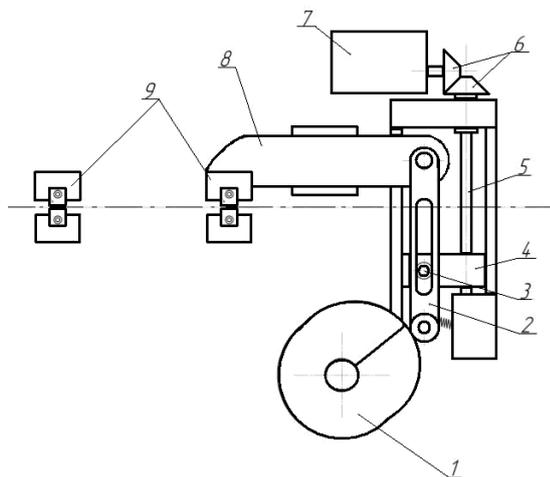


Рис.3. Компоновка механического устройства подачи проволоки станка:

1 - силовой кулачек; 2 - кулиса; 3 - опора кулисы; 4 - ползун; 5 - винт;
6 - коническая пара зубчатых колёс; 7 - электродвигатель; 8 - подающий ползун; 9 - зажимные колодки.

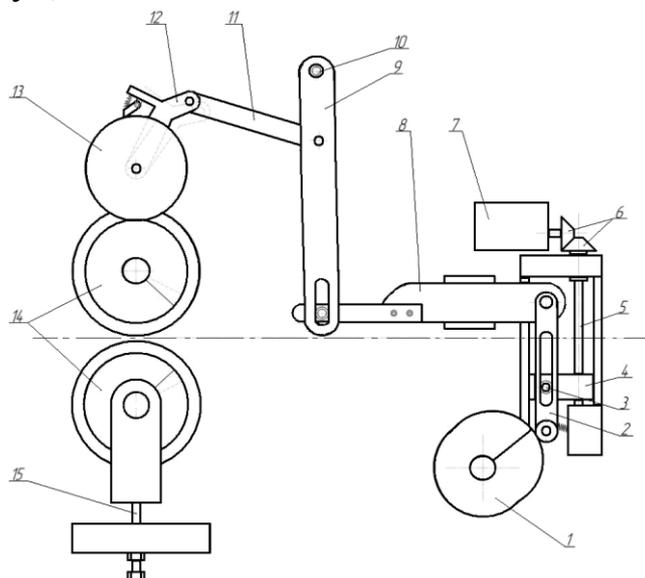


Рис.4. Компоновка модернизированного механического устройства подачи проволоки станка:

1 - силовой кулачек; 2 - кулиса; 3 - опора кулисы; 4 - ползун; 5 - винт; 6 - коническая пара зубчатых колёс; 7 - электродвигатель; 8 - подающий ползун;
9 - кулиса; 10 - опора кулисы; 11 - рычаг; 12 - кулиса храпового колеса с

собачкой; 13 - храповое колесо; 14 - подающие ролики; 15 - прижимной винт.

На основе экспериментальных исследований выявлена причина частой остановки станка, ведущая к его простаиванию.

Предложено устройство, встраиваемое в станок позволяющее устранить эту причину без больших капитальных затрат что значительно увеличило производительность станка за счет устранения частых подналадок.

Увеличение производительности позволило снизить стоимость изготовления крепежа.

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Леонтьев И.А., Никитенко М.И. Головка режущая для установки резки медной тонкостенной трубки // Инновации в машиностроении: труды 4-ой Международной научно-практической конференции г.Новосибирск, 2-4 октября 2013 / под ред. Х.М. Рахимьянова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – С.44-47.
2. ТУ4-14-385-73 «Проволока стальная легированная для холодной высадки»

УДК 343.983/504

МЕТОДИКА РАССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Алишова О. М.

knk3746@mail.ru

Загрязнение окружающей среды на настоящее время происходит различными способами, такими, как: выброс мусора загрязняющих почву, задымление предприятиями окружающего воздуха, а также водных массивов.

Одним из видов преступных загрязнений окружающей среды является нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов, за которое предусматривается уголовная ответственность по ст. 247 УК РФ.

В целях обеспечения экологической безопасности человека, его здоровья и окружающей среды использование горюче-смазочных материалов в транспортных средствах, военной технике, самолетах, вертолетах и ракетах требует строгого соблюдения правил обращения с ними. Бензин, керосин, масла, ракетное топливо, продукты их горения, отделившиеся части являются токсичными веществами, способными вызывать длительное загрязнение окружающей среды и вызывающих различные заболевания, как

у человека, так и у животных.

Важным элементом расследования экологических преступлений является изучение и составление частной криминалистической характеристики преступления, являющейся собственной для каждого преступления, на основании которой следует установить: обстановку, место загрязнения, источники загрязнения, вещества, способные оказать вредное влияние на условия жизни и здоровье человека, способ совершения противоправного деяния в виде халатного обращения, неосторожности или умышленное совершение преступного деяния.

В каждом конкретном случае в случае нарушения правил обращения необходимо проводить расследование, основным действием при этом является выявление загрязнения, его последствий, проведение экологической и других экспертиз, устанавливающих причинно-следственную связь.

В целях выявления виновного следующая программа расследования экологических преступлений [2]:

- получение сообщения;
- осмотр места происшествия;
- осмотр предметов;
- сбор образцов для сравнительного исследования: почвы, воды, остатков веществ, забор воздуха;
- предварительное изучение предметов и документов;
- назначение и производство экологической экспертизы веществ, материалов и изделий, изъятых с места происшествия [3];
- назначение и производство криминалистических экспертиз;
- проведение оперативно-розыскных мероприятий;
- опрос граждан;
- допрос свидетелей;
- назначение и производство судебно-медицинской экспертизы потерпевших;
- назначение и производство ветеринарной экспертизы;
- задержание и личный обыск подозреваемого;
- допрос подозреваемого;
- обыск по месту жительства и на рабочих местах подозреваемого;
- назначение и производство экспертиз идентификационного характера.

Своевременное и качественное проведение следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий обеспечивает быстрое выявление признаков преступлений, установление подозреваемых и доказывание их вины и самое главное выработает ряд мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды и обеспечению здорового образа жизни человека, в соответствии со ст. 158 УПК РФ, среди которых важными являются: поиск, изъятие, перевозка, утилизация загрязняющих материалов и изделий [1]; рекультивация загрязненной местности; организация экологического воспитания, технического руководства, надзора и контроля,

важным при этом рекомендуется использование современных научно-технических средств обнаружения, изъятия, фиксации и исследования различных материалов.

Библиографический список

1. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 18 дек. 2001 г. (№ 174-ФЗ): с изм. и доп. на 08 мар. 2015 г. (№ 41-ФЗ) // Российская газета. 2015. - 11 мар.
2. Аверьянова Т.Б., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р. Криминалистика: Учебник для вузов / Под ред. Р. С. Белкина. - М.: НОРМА, 2010. - 990 с.
3. Экспертизы на предварительном следствии: краткий справочник / под общ. ред. В.В. Мозякова. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2002. – 120 с.

УДК 658.562

ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК

ОАО Научно-исследовательский институт электронных приборов,
Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Алямов А.Э., Эдвобник В.Г.
sniios@mail.ru

Научно-исследовательский институт электронных приборов разрабатывает и производит бортовые информационно-управляющие системы, в т.ч. с применением электрорадиоэлементов импортного производства. С 2000 года разработаны около 15 изделий с применением импортной элементной базы стандарта Industri. Изготовлено для инозаказчика и ГОЗ около 9500 различных изделий. Общее число использованных элементов за эти годы составляет около 3 250 000 шт. Зафиксировано отказов на различных видах испытаний 24, что составляет менее 0,0008%. Все изделия проходят испытания на температуре от -50 до +60С. На все изделия у предприятия существуют Решения о порядке применения импортной элементной базы согласованные с главным конструктором и утвержденные МО РФ.

Для предприятий ОПК ситуация по Российской радиоэлектронной компонентной базе имеет ряд особенностей.

1. Существенное отставание отечественной элементной базы от электрорадиоэлементов импортного производства по техническим характеристикам, стоимости, качеству и срокам поставки. Пока электронная промышленность России освоит производство одного компонента, в мире появляются десятки новых с более высокими параметрами.

2. Процесс импортозамещения происходит медленно, т.к. имеет проблемные вопросы:

- как правило, создаваемые аналоги выпускаются в других корпусах, иногда в разы более крупных, чем импортные аналоги, что приводит в ряде случаев к невозможности их применения в уже разработанных изделиях, а как минимум требует переработки всей КД. Сроки создания аналогов сравнимы с периодом серийного изготовления изделий в рамках ГОЗ;

- подготовка молодых специалистов в ВУЗах проходит преимущественно на импортной элементной базе, под которую существует импортное программное обеспечение. Полноценные отечественные программные продукты под Российскую и импортную элементную базу отсутствуют (например, доступность СОФТа для моделирования, программирования и т.д.). Устаревшая элементная база не интересна для молодых людей, и они уходят из оборонки.

- российская элементная база не сопрягается с импортным программным обеспечением, что ведет к созданию изделий заведомо более низкого качества.

3. Процедура согласования применения импортной элементной базы и ее сертификации тормозит разработку высокоточных интеллектуальных систем В и ВТ, а именно, необходимо, сначала получить разрешение на применение с точным перечислением всех необходимых комплектующих. В начале разработки это невозможно сделать в принципе. Приходится сначала разрабатывать на свой страх и риск, а затем согласовывать в установленном порядке Решение, что требует до года.

Требование проводить автономные сертификационные испытания каждой партии применяемых элементов (обязательно указывается в Решении), выполнить практически невозможно ввиду отсутствия оборудованных сертификационных центров. Поэтому приходится проводить сертификационные испытания в составе изделия, согласовав это с ЦНИИ 46 МО РФ.

Преимущества применения импортной элементной базы очевидны.

1. Сокращаются сроки и стоимость проведения НИОКР.

2. Применение импортной элементной базы высокотехнологично (например, поверхностный монтаж, который неизменно сопровождается повышением надежности).

3. Снижение трудоемкости изготовления продукции, что соответственно снижает себестоимость производства и позволяет в целом изготавливать в разы большее количество изделий.

4. Практически не изменяется цена на элементную базу (при постоянном курсе доллара).

5. Продукция, поставляемая в рамках ГОЗ и экспортного заказа, отличается по своим ТТХ (у ГОЗ они выше), что эффективнее и быстрее обеспечивается при использовании специализированного программного обеспечения.

Предлагаемые мероприятия.

1. Основные силы электронной промышленности направить не на освоение аналогов отдельных видов импортной элементной базы, а на организацию производства по технологиям ведущих стран - лидеров элементной базы (так поступили Китай, Тайвань, Малайзия и др.)

2. Оставить существующий порядок применения импортных комплектующих только для систем стратегического назначения.

3. Для остальных видов разрабатываемых составных частей ВиВТ дать разрешения Главным конструкторам систем самим принимать решение о применении импортной элементной базы.

4. Для уже разработанных и изготавливаемых изделий не массового производства создать страховой запас на всю программу ГПВ-2020, а не тратить деньги на освоение аналогов отдельных видов элементов.

5. Сертификационные испытания применяемых импортных элементов проводить в составе изделий (составных частей) в объеме периодических испытаний (определяется Главным конструктором системы вооружения).

6. Создавать новые технологии разработки и производства элементной базы, в т.ч. современное оборудование под эти технологии.

7. Осваивать замещающую отечественную элементную базу для крупносерийных и массовых изделий в соответствии с утвержденной ГПВ.

8. Поэтапно перейти на вновь создаваемую отечественную элементную базу в соответствии с существующими планами внедрения в разработки ОПК.

Выводы

1. Отставание от импортной элементной базы ведет к снижению Тактико-технических характеристик изделий для систем высокоточного и интеллектуального оружия.

2. Отечественная элементная база необходима для крупносерийных изделий и изделий стратегического назначения.

3. Отечественную элементную базу невозможно программировать с помощью современных импортных программных продуктов.

4. Корпусирование новой российской элементной базы на основе зарубежных материалов и компонентов снимают вопросы лишь наполовину.

5. Необходимо отметить, что отечественное прикладное программное обеспечение опережает уровень разработок современной электронной базы отечественного производства, а также то, что наша элементная база отстает от импортных аналогов на 15-25 лет, хотя изделия находятся на уровне современных разработок.

6. В определенной мере время решения задачи импортозамещения может быть сокращено путем привлечения малых предприятий, технопарков и кластеров при обеспечении соответствующих условий [1].

Библиографический список:

1. Алямов А.Э., Эдвабник В.Г. Пути использования потенциала малого предпринимательства в оборонно-промышленном комплексе. Труды XVI Всероссийская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона»; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015 – см. в данном Сборнике.

УДК 658.562

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

ОАО «Научно-исследовательский институт электронных приборов»,
Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Алямов А.Э., Эдвабник В.Г.

sniios@mail.ru

Научно-исследовательский институт электронных приборов разрабатывает и производит адаптивные бортовые информационно-управляющие системы для комплексов высокоточного вооружения. В докладе анализируются пути привлечения малых предприятий к выполнению Госзаказа (ГОЗ).

Основные проблемы по данному вопросу.

1. Для полномасштабного выполнения работ в рамках ГОЗ по изготовлению отдельных функциональных узлов и деталей (ФУиД) составных частей средств вооружения и военной техники (ВиВТ), не подлежащих приемке заказчика – МО РФ, необходимо обеспечить возможность передачи малому предприятию (МП) части конструкторской и технологической документации (КД и ТД), необходимой для изготовления ФУиД, что позволит в том числе привлечь МП как единственного поставщика в соответствии с Положением о закупочной деятельности, утвержденным ГК «Ростех».

Однако официально передача даже части КД и ТД, в соответствии с действующими нормативами требует согласования с МО РФ, что многократно усложняет процедуру, а порой делает ее невозможной при ограниченных сроках.

Предлагается: разрешить передачу части КД необходимой для изготовления ФУиД малому предприятию совместным решением предприятия - держателя подлинника КД и военного представительства (ВП) МО РФ на конкретном предприятии.

2. Если передаваемая документация на ФУиД или составную часть НИОКР имеет грифованные сведения, то передача ее МП возможна только

при наличии соответствующей лицензии ФСБ. До 2013 г. для получения лицензии ФСБ достаточно (при соблюдении прочих правил) иметь запрос головного предприятия (заказывающего работу МП). Однако в настоящее время необходимо иметь запрос на уровне заказывающего управления МО РФ или Минпромторга РФ. Такой запрос МП, как правило, обеспечить не могут.

***Предлагается:** вернуться к практике, когда для получения (продления действия) лицензии достаточно иметь запрос от головного предприятия (заказывающего малому предприятию работу), что позволит упростить порядок получения лицензии ФСБ для МП.*

3. Для выполнения МП работ в рамках ГОЗ могут потребоваться лицензии на право разработки и производства средств ВиВТ, получить которые МП практически не могут.

***Предлагается:** для МП, участвующих в разработке и изготовлении только ФУиД для составных частей ВиВТ (и не занимающихся разработкой и изготовлением самих составных частей) достаточно иметь соответствующую запись в УСТАВЕ предприятия и сертификат по системе менеджмента качества, а также наличие метрологической службы.*

4. Продукция, изготавливаемая на МП, как правило, имеет приемку ОТК. Подключение к МП военного представительства МО РФ процесс очень сложный, длительный и увеличивает стоимость изготавливаемой продукции (проведение квалификационных, периодических и приёмосдаточных испытаний).

***Предлагается:** определить достаточность приемки продукции МП, изготавливающего ФУиД для составных частей ВиВТ ОТК этим предприятием, при условии обеспечения входного контроля на заказывающем предприятии с участием представительства ВП МО РФ (ответственность за качество составной части ВиВТ, все равно несет заказывающее предприятие, подтверждающее качество соответствующими видами испытаний).*

5. По закону 223-ФЗ о закупочной деятельности тендер на поставку продукции проводится каждый раз при очередном заказе. Порой тендер выигрывают предприятия, предложившие более низкую цену в ущерб качеству, а порой победители являются по существу посредниками.

***Предлагается:** МП, не имеющие нареканий по качеству поставляемой продукции, при оформлении хотя бы повторных заказов, должны иметь преимущественное право на заключении договоров. Для этого необходимо внести данное условие в положение о закупочной деятельности, действующее на предприятии, определяющее при подведении итогов конкурса (аукциона).*

Привлечение малых предприятий, ВУЗов, технопарков и кластеров к НИОКР и в кооперацию предприятий ОПК будет содействовать ускорению решения задач импортозамещения [1].

Библиографический список:

1. Алямов А.Э., Эдвабник В.Г. Проблемы импортозамещения на предприятиях ОПК. Труды XVI Всероссийская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона»; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015 – см. в данном Сборнике.

УДК 621.396

**ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ
АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Андреев С.А., Буднов С.А., Легкий В.Н.

sniiios@mail.ru

Основной задачей контроля воздушного пространства является выявление степени опасности обнаруживаемых аэродинамических объектов и их распределение по соответствующим группам: летательные аппараты, беспилотные летательные аппараты, крылатые ракеты и др. Обнаружение и распознавание аэродинамических объектов (определение принадлежности к определенному классу или типу) необходимо для их ранжирования по приоритету и последующего целераспределения с последующим сопровождением и наведением средств поражения.

К преимуществам ОЭС можно отнести высокую точность определения угловых координат при малых размерах приемной апертуры. Минимально разрешаемый с учетом дифракции угол пропорционален отношению длины волны λ к диаметру входного зрачка D , т.е. λ/D (десятки мм).

Способ формирования информационного поля определяется, прежде всего, типом источника излучения и, в связи с этим, различают [1,2]:

-пассивные ОЭС, воспринимающие либо собственное излучение наблюдаемого участка пространства, либо совокупность собственного и отраженного излучения (доля последнего формируется солнцем, луной, звездами и т. д). Пассивные ОЭС выгодно отличаются скрытностью работы;

-активные ОЭС, в которых используется искусственный источник подсветки исследуемого участка пространства при последующем информационном анализе сигналов, сформированных при приеме отраженного объектом излучения в строго выделенном спектральном диапазоне;

-комбинированные, в которых задействованы оба из обозначенных выше методов.

С помощью ОЭС получают информацию о размерах, форме, пространственном положении, энергетических характеристиках цели [3,4].

ОЭС работают во всей оптической области спектра: диапазон длин волн от 1 нм до 1 мм. Выделяют участки ультрафиолетового (0.001 – 0,38

мкм), видимого (0,38-0,78 мкм) и ИК (0,78-1000 мкм) излучения. В современных ОЭС комплексированы разнеспектральные каналы для работы в условиях фоновой засветки и в разное время суток.

Разработанный оптико-электронный стенд (Рис.1.) – прототип ОЭС содержит матричное микроболометрическое фотоприемное устройство (МФУ) дальнего ИК диапазона формата 320x240 с блоком преобразования сигналов.



Рис.1- Состав стенда (плюс программное обеспечение) слева направо: блок обработки, МФУ, крышка-шторка для нормирования чувствительности, однолинзовый объектив, двухлинзовый объектив

Стенд позволяет исследовать структуру изображений и оптимизировать алгоритмы обнаружения и распознавания объектов.

Библиографический список:

1. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: Учебник для вузов [Текст] / Ю.Г. Якушенков. – Изд. 4-е, перераб. и дополн. – М.: ЛОГОС, 1999. – 360 с.
2. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов [Текст] / М.М. Мирошников. – Л.: Машиностроение, 1983. – 696 с.
3. Елизаренко А.С. и др. Оптико-электронные системы в исследованиях природных ресурсов [Текст] / А.С. Елизаренко, В.А. Соломатин, Ю.Г. Якушенков. – М.: Недра, 1984. – 215 с.
4. Лазарев Л.П. Оптико-электронные приборы наведения летательных аппаратов [Текст] / Л.П. Лазарев. – М.: Машиностроение, 1984. – 478 с.
5. Легкий В.Н., Галун Б.В., Санков О.В. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения. - Новосибирск: НГТУ, 2010. 450 с.
6. Легкий В.Н., Топорков В.Д. Лазерные системы ближней локации: оптоэлектронные датчики. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. - 152 с.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ
ОТСЕЧКИ ЗАПРАВКИ ТОПЛИВОМ
СВЕРХЗУКОВОГО САМОЛЕТА**

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Андросчук Н.А., Рынгач Н.А.

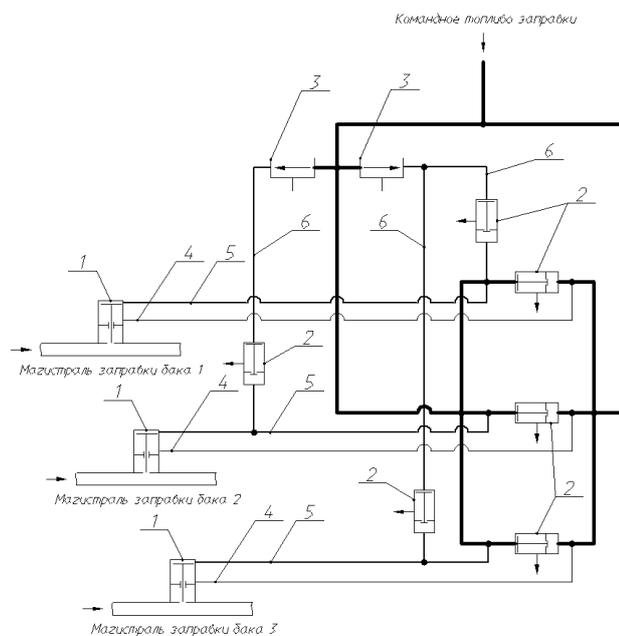
AndroschukNikita@gmail.com

Необходимость исследования и модернизации системы гидравлической отсечки заправки топливом обусловлена тем, что данная система, являясь дублирующей аварийной системой прекращения заправки топливных емкостей самолета, входящей в систему заправки и дозаправки топливом, неоднократно отказывала в ходе эксплуатации самолета. Система необходима для обеспечения нормального функционирования системы заправки и дозаправки при отказе основных перекрывных топливных кранов. Обеспечение нормального функционирования системы критично с точки зрения надежности летательного аппарата.

Система гидравлической отсечки состоит из трех гидроуправляемых кранов перекрывных топливных, шести клапанов трехходовых двухпозиционных, двух реле уровня струйных и связующей арматуры (рисунок №1). Стоит отметить, что система размещается в баке 1, заправка которого происходит в последнюю очередь, в связи с чем бак 1 выполняет роль индикационного бака заправки.

Функционирование реле уровня струйного (рисунок №1, позиция 3) основано на открытой передаче топлива из сопла в приемник реле. При незатопленном реле (рабочая среда - воздух) струя топлива, исходящая из сопла, достигает приемника. При затопленном реле (рабочая среда - топливо) струя топлива, исходящая из сопла, встречает сопротивление рабочей среды и не достигает приемника, обеспечивая падение давления за реле.

Функционирование системы гидравлической отсечки заправки топливом основано на обеспечении перепада давлений между подпоршневой и надпоршневой камерами гидроуправляемых кранов (рисунок №1, позиция 1) за счет клапанов переключателей (рисунок №1, позиция 2) управляемых через реле уровня струйные.



1 – кран топливный; 2 – клапан;
3 – реле уровня струйное;

4 – подпоршневая магистраль крана; 5 – надпоршневая магистраль крана;
6 – магистраль реле уровня

Рис. 1 – Принципиальная схема системы гидравлической отсечки заправки топливом

При незатопленном топливом реле уровня (рисунок №1, позиция 3) командное топливо заправки поступает на все клапаны переключатели, причем центральная группа клапанов обеспечивает дренаж топлива из надпоршневых камер кранов через соответствующие магистрали (рисунок №1, позиция 5), а правая группа клапанов обеспечивает запираание магистралей подпоршневых камер кранов (рисунок №1, позиция 4) и нагнетание давления в подпоршневые камеры, приводящее к открытию магистралей заправки баков.

При затопленном топливом реле уровня командное топливо заправки поступает на правую группу клапанов, обеспечивающих дренаж топлива из подпоршневых камер кранов через соответствующие магистрали (рисунок №1, позиция 4), а центральная группа клапанов обеспечивает запираание магистралей надпоршневых камер кранов и нагнетание давления в надпоршневые камеры, приводящее к закрытию магистралей заправки баков.

При проведении работ по модернизации системы гидравлической отсечки заправки топливом первоочередной задачей являлось исследование и анализ параметров функционирования системы. Исследование параметров работы системы обеспечивалось за счет измерения давлений до и после клапанов переключателей на стенде комплексной проверки топливной системы и сравнения полученных данных с требуемыми для нормального функционирования топливных кранов. Принципиальная схема стенда приведена на рисунке 2. Результаты испытаний системы на стенде приведены в таблице 1.

Испытания проводились для трех значений давления командного топлива заправки (КТЗ), соответствующих различным темпам заправки самолета. На основании анализа результатов испытаний был сделан вывод о недостаточных (для срабатывания кранов - $\Delta P=0,8 \text{ кгс/см}^2$) значениях перепадов давлений за клапанами переключателями при минимальном темпе заправки (минимальном значении давления КТЗ).

Табл. Результаты испытаний

/П	Давление КТЗ, кгс/см ²	Давления клапанов 586800, кгс/см ²									
		1	2	3	4	5	6	1- P4 P	2- P5 P	3- P6 P	
	1,0				,4	,35	,35	,6	0	0	0
	1,5	,5	,5	,5	,2	,2	,18	,3	1	1	1
	2				,38	,3	,2	,62	1	1	1

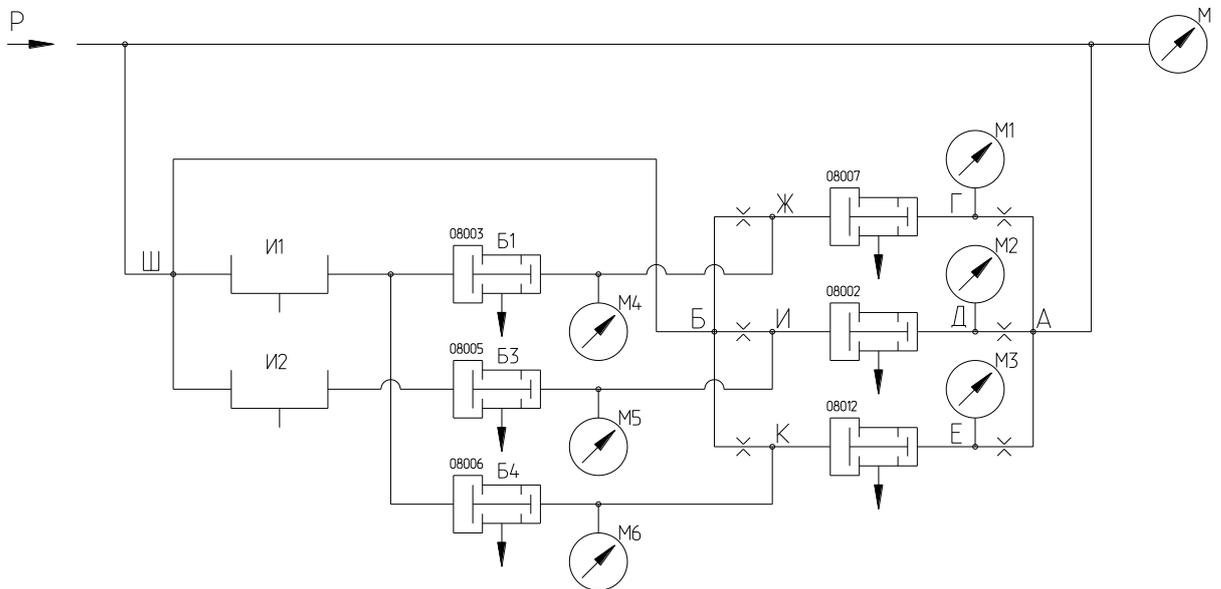


Рис. 2 – Принципиальная схема стенда испытаний системы гидравлической отсечки заправки топливом

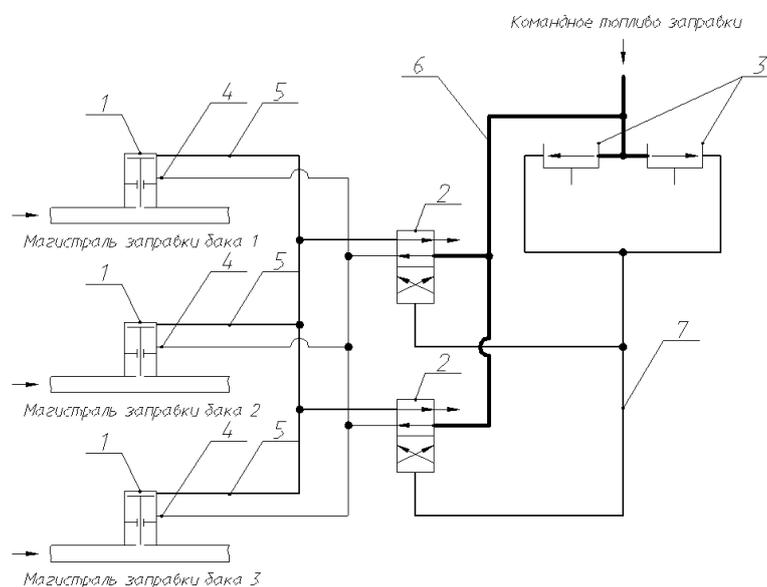
Исходя из полученных сведений, был сделан вывод о несоответствии системы гидравлической отсечки заправки топливом, предъявляемым к ней требованиям, что обусловлено неверной компоновкой системы, а также присутствием в системе клапанов переключателей, несоответствующим параметрам работоспособности кранов топливных перекрывных.

Сделанные по результатам испытаний выводы послужили основанием к проведению модернизации системы. Принципиальная схема модернизированной системы гидравлической отсечки заправки топливом приведена на рисунке 3.

Для гарантированного обеспечения перепада давления между подпоршневой и надпоршневой камерами топливного крана равного $0,8 \text{ кгс/см}^2$, при минимальном значении давления КТЗ, было принято решение о внедрении в систему пятиходового двухпозиционного клапана-переключателя

(рисунок 3, позиция 2). Функционирование данного клапана обеспечивается за счет перенаправления магистралей дренажа и нагнетания в зависимости от наличия или отсутствия давления в магистрали за реле уровня (рисунок 3, позиция 3).

Параллельное подключение агрегатов системы гидравлической отсечки топлива обусловлено требованиями к надежности самолета и обеспечивает гарантированное срабатывание системы при выходе из строя одного из агрегатов управления.



- 1 – кран топливный; 2 – клапан переключатель; 3 – реле уровня струйное;
 4 – подпоршневая магистраль крана; 5 – надпоршневая магистраль крана;
 6 – магистраль нагнетания; 7- магистраль управления клапаном

Рис. 3 – Принципиальная схема модернизированной системы гидравлической отсечки заправки топливом

При незатопленных топливом реле уровня (*рисунок №3, позиция 3*) клапаны переключатели (*рисунок №3, позиция 2*) обеспечивают соединение магистрали нагнетания КТЗ (*рисунок №3, позиция б*) с магистралями подпоршневых камер кранов (*рисунок №1, позиция 1*), а также магистралей надпоршневых камер кранов (*рисунок №1, позиция 5*) со штуцерами дренажа топлива, что приводит к открытию магистралей заправки баков.

При затопленных топливом реле уровня клапаны переключатели обеспечивают соединение магистрали нагнетания КТЗ с магистралями надпоршневых камер кранов, а также магистралей подпоршневых камер кранов со штуцерами дренажа топлива.

Приведенная логика функционирования системы гидравлической отсечки обеспечивает нормальное функционирования системы заправки и дозаправки начиная с минимального давления КТЗ ($P_{ктз}=1\text{кгс/см}^2$), т.к. соблюдается требование работоспособности кранов 777400 (для срабатывания кранов - $\Delta P=0,8\text{кгс/см}^2$) - $\Delta P=1\text{кгс/см}^2$ ($P_{\text{дренажа}}=0\text{кгс/см}^2$, $P_{\text{ктз}}=1\text{кгс/см}^2$).

Стоит отметить, что модернизированная система гидравлической отсечки имеет меньшие габаритные размеры и меньшее количество сборочных единиц, что обеспечивает большую надежность, ремонтпригодность и меньшую стоимость в сравнении с исходным вариантом системы.

Библиографический список

1. Башта, Т. М. Расчеты и конструирование самолетных гидравлических устройств/ Т. М. Башта – М. : Оборонгиз, 1961. – 328 с.
2. Ульянов, И. Е. Проектирование топливных систем самолетов/ И. Е. Ульянов, Л. Б. Лецинер. – М. : Машиностроение, 1975. – 344 с.
3. Сапожников, В. М. Монтаж и испытания гидравлических и пневматических систем на летательных аппаратах/ В. М. Сапожников – М. : Машиностроение, 1972. – 272 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.

УДК 623.437.093

РАЗВИТИЕ БОЕВЫХ МАШИН ПЕХОТЫ В XXI ВЕКЕ.

Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации
(филиал, г.Новосибирск)

Антоненчик Н.Н. Цыганок В. Н.

Сегодня во многих странах мира продолжается поиск новой концепции бронированной техники. Не является исключением и Россия. При этом

заявления официальных лиц о перспективах развития российских Вооруженных Сил достаточно противоречивы и проследить в них за перспективами развития отечественной бронетехники достаточно сложно.

Боевые машины пехоты (БМП) впервые появились как вид бронетехники именно в нашей стране. Основоположником данного вида техники стала советская БМП-1, которая была принята на вооружение в 1966 году, на Западе первопроходцем в этом классе стала немецкая БМП «Мардер», которая поступила на вооружение бундесвера в 1969 году. Концепция БМП предполагала их использование на поле боя в одних порядках с танками. Данные машины должны были служить транспортным средством с броневой защитой для пехотных частей, обладая при этом достаточно сильным комплексом вооружения.

В последующем данная концепция в целом подтвердилась. Октябрьская война на Ближнем Востоке в 1973 году доказала, что появление на поле боя большого числа пехотинцев, вооруженных ручным противотанковым гранатомётом и противотанковым ракетным комплексом, во много раз повышает роль БМП, так как без проведения зачистки поля боя от вражеской пехоты танки теперь воевать не в состоянии. Одновременно с этим выяснилось, что БМП очень уязвимы для средств поражения. Броню их в состоянии пробить не только граната ручного противотанкового гранатомёта и ракета ПТУР, но и снаряды мелкокалиберной артиллерии, которые не в состоянии причинить какой-либо вред танкам. Помимо этого выяснилось, что под определенными углами броня БМП уязвима даже для стрелкового оружия, а борт БМП-1 с короткой дистанции можно пробить из автомата Калашникова.

Дальнейшие конфликты только подтвердили эти выводы. Выяснилось, что БМП в их нынешнем виде не подходят не только для участия в танковых сражениях, но и для борьбы с партизанскими формированиями, так как последние также обзавелись противотанковыми средствами поражения в больших количествах и способны вести интенсивную минную войну. Хорошо это проявилось в Афганистане, где советские солдаты ввели новую расшифровку БМП – «братская могила пехоты», окончательно эти выводы были закреплены во время 2-х чеченских кампаний. Сегодня ни одному пехотинцу не придет в голову залезать внутрь БМП, при том, что эта машина и была создана для защиты солдат на поле боя. В настоящее время выжить в отечественной БМП при подрыве на mine или при попадании снаряда можно только в том случае, если человек сидит на броне. При нахождении внутри шансов у десанта практически нет, «картонная» броня боевых машин пехоты не защищает, а, скорее, убивает.

Это утверждение в равной степени относится ко всем советским БМП, начиная от БМП-1 и заканчивая самой современной из них БМП-3. Достаточно взглянуть лишь на такой их параметр, как вес, чтобы понять, почему Минобороны не испытывает оптимизма и особого желания для массовых закупок БМП-3. Последняя машина серии БМП-3 весит 18,9 тонны, а ее бортовое бронирование в состоянии выдержать попадания пуль калибра

до 7,62 мм. В то же время американская БМП М2А3 Брэдли весит уже 36,9 тонны, а немецкая БМП «Пума» весит от 31 до 43 тонн в зависимости от модификаций. Не надо быть экспертом в области бронетанковой техники, чтобы сделать выводы о том, что бронирование современных западных образцов БМП гораздо более внушительно.

При этом всем БМП до определенного момента были присущи одни и те же недостатки - проблема с объемом внутреннего пространства десантного отделения и плохой обзор. Проблема с объемом внутреннего пространства, в том или ином виде, актуальна до сих пор, с обзором же дела по мере развития техники, компьютеров и микроэлектроники начали налаживаться.

Еще одной особенностью всех ранних БМП была возможность десанта вести огонь в движении через специальные бортовые амбразуры. При этом о точности такого огня говорить не приходилось. Многие знающие люди говорили, что единственным объяснением такому огню была возможность психологически разгрузить десант, заняв людей, по сути, бессмысленными, но азартным делом. Такой подход был свойственен всем БМП, в том числе и американцам. На сегодняшний день от амбразур в бортах отказались все. Они либо отсутствуют изначально, либо закрыты навесной броней. Так, отечественная БМП-3М получила дополнительные бортовые экраны, которые в состоянии защитить десант от попадания пуль калибром до 12,7 мм.

Первой страной, где возникла мысль сделать БМП на базе танка с аналогичным уровнем бронезащиты пехотинцев, стал Израиль. Для данной ближневосточной страны возможность крупномасштабных танковых сражений и противопартизанских операций актуальна всегда. Последние боевые действия в Ливане в 2006 году против партизанских формирований, имеющих на вооружении множество противотанковых средств, это только подтвердили. При этом в Израиле очень бережно относятся к личному составу.

Именно поэтому на вооружении ЦАХАЛ сначала появилась БМП «Пума» на базе танка «Центурион», предназначенная для перевозки к месту «работы» саперов, а затем была создана БМП «Ахзарит» на базе трофейных советских Т-55, которая из-за отсутствия пушки иногда классифицировалась как БТР. Экипаж «Ахзарита» составлял 3 человека, десант – 7 человек. Масса 44 тонны, что на 16 тонн больше, чем у Т-55 без башни, такой большой вес объясняется значительным усилением бронирования.

На «Ахзарит» устанавливался американский дизель, благодаря чему в корме с правого борта появлялся проход для десанта. Вооружение состояло из 4 пулеметов калибра 7,62 мм, 3 из которых размещались на турелях над люками десантников, а еще 1 автоматически управлялся изнутри БМП.

В настоящее время на вооружении израильской армии стоит один из самых тяжелых БТР/БМП – «Намер» (с изр. Леопард), разработанный на шасси танка «Меркава Мк4». Вес бронемшины достигает 60 тонн, бронирование полностью соответствует танковому. «Намер» имеет экипаж 3 человека и способен перевозить до 9 человек десанта.

Очевидно, что в качестве ответа Израилю в Иордании также была создана БМП на базе «Центуриона». Иорданская машина получила название «Тимсах», ее масса составила 47 тонн, экипаж – 3 человека, десант – до 10 человек. БМП получила на вооружение пушку калибра 20 мм и спаренный с ней пулемет калибра 7,62 мм.

Несколько лет назад интересная разработка была представлена на Украине. Соседи танкостроители представили на суд публике БМПТ-84. Данная БМП создана на базе танка Т-84 (украинский аналог танка Т-80). При этом, если на израильских и иорданских БМП основное вооружение демонтируется, то украинский вариант сохранил его полностью, включая мощнейшее 125-мм орудие (сокращен был лишь боекомплект до 36 выстрелов). При этом данный образец бронетехники способен перевозить 5 человек десанта.

Российский подход.

По мнению экспертов, БМП сегодня отводится 2 основных функции на поле боя – действие в роли легкого танка, где БМП сопровождает танки в атаке и уничтожает те цели, по которым недостаточно эффективно или дорого использовать основное танковое вооружение. и доставка бойцов в относительной целостности и сохранности непосредственно в опорные пункты противника, которые необходимо захватить.

В России в последние годы попытались разделить две эти функции. В конце 90-х годов прошлого века «Уралвагонзавод» представил на суд военных разработку, не имеющую зарубежных аналогов – БМПТ «Терминатор» (боевую машину поддержки танков), созданную на базе танка Т-72. Данная машина не является БМП, поскольку не предназначается для перевозки пехоты, но она выполняет функцию поддержки танков на поле боя и создана, по сути, именно для замены пехоты. Имея танковое бронирование и мощное вооружение: две 30-мм пушки, два гранатомета АГС-17, четыре ПТРК «Атака», которые способны поражать также низколетящие штурмовики и вертолеты, данная машина могла бы эффективно прикрывать танки на поле боя, в том числе и во время городского боя. Однако в начале 2010 года Министерство обороны без объяснения причин отказалась от данной достаточно перспективной машины.

При этом в России создана и своя настоящая «танковая БМП», на базе того же танка Т-72. Более того, данная машина была принята на вооружение еще 10 лет назад. Машина получила название БМО-Т (боевая машина огнеметчиков тяжелая). На самом деле машина близка к классической БМП и рассчитана на перевозку 7 пехотинцев, ее собственное вооружение – 12,7-мм пулемет, управляемый дистанционно.

Бронезащита лобовой части корпуса БМО-Т отвечает уровню основного боевого танка, боковые стенки надстройки сделаны разнесенными с установкой в них топливных баков, различного оборудования и динамической защитой. Боковые стенки продлены от перегородки МТО до кормы машины. Борты корпуса также обеспечивают защиту на уровне ОБТ, с возможностью монтажа дополнительных бронезкранов с встроенной

динамической защитой.

Существует, правда, одно "но". У БМО-Т на сегодня очень узкая специализация – она перевозит только огнеметчиков (всего в боеукладке машины находится 30 пехотных огнеметов «Шмель»). Чем объясняется такая узость применения – объяснить сложно. Возможно все дело в том, что сегодня Россия является практически монополистом на огнеметы, которые все еще представляют довольно эффективное и мощное оружие не только в военном, но и в психологическом плане. При желании перепрофилировать данную машину на использование обычными пехотинцами не составит особого труда.

Формально на сегодняшний день данная машина вписывается в концепцию тяжелых бригад, которые должны использовать единую гусеничную платформу. Но Т-72, безусловно, является уже достаточно устаревшей моделью. Так что будущее за машинами на платформе «Армата», разработка которой идет на «Уралвагонзаводе». Возможно, новая БМП на базе платформы «Армата» совместит в себе наработки обеих существующих сейчас моделей бронетехники: БМПТ и БМО-Т.

А что на западе?

Одной из самых современных западных БМП является немецкая «Пума», испытания которой были завершены 30 декабря 2007 года. Всего бундесвер предполагает приобретение 1200 таких машин на сумму в 3,6 млрд евро. Данная БМП создана по стандартной для машин данного класса компоновке, но имеет и ряд особенностей. МТО (моторно-трансмиссионное отделение) располагается в передней части машины и занимает 1/3 от ее длины. Механик-водитель располагается впереди слева, справа от него находится моторная перегородка силового отделения. За силовым отделением и отделением управления расположены рабочие места наводчика (слева) и командира (справа).

БМП оснащается необитаемой башней с комплексом основного вооружения. Башня находится в центральной части корпуса со смещением влево. В ней расположено основное вооружение БМП – 30-мм автоматическая пушка и спаренный с ней пулемет калибра 5,6 мм. Вдоль правого борта за спиной у командира БМП находится 4 сидения десанта, еще 2 сидения расположены вдоль левого борта. Крепление сидений осуществляется к крыше корпуса машины.

Машина, по мнению разработчиков, обладает «непревзойденной защищенностью». Предусмотрено 3 уровня защиты машины: вариант «А» (авиатранспортабельный), вариант с повышенным уровнем защиты и вариант «С» (боевой).

В варианте «А» ее масса составляет 31,45 тонны, что обеспечивает возможность ее транспортировки по воздуху самолетами А400М. Броневого корпус обеспечивает защиту десанта (6 человек) и экипажа (3 человека) от поражения пулями крупнокалиберных снайперских винтовок и пулеметов (калибром до 14,5 мм) во всех плоскостях. В лоб «Пума» в состоянии выдержать попадание 30-мм снарядов и ручных противотанковых гранат. В

варианте «С» вес машины доходит до 43 тонн. Данный вариант предполагает установку специальных бронемодулей, которые монтируются как на лобовую деталь, так и на борта, корму и крышу корпуса. Данный вариант обеспечивает машине защиту от поражения 30-мм подкалиберными снарядами и РПГ не только в лоб, но и в борта. Стоит отметить, что информация о том, какими именно РПГ и какими боеприпасами к ним не поражается данная БМП, отсутствует.

К основным недостаткам машины относят невозможность борьбы с танками и другими бронированными машинами высокой защищенности. На «Пуме» отсутствует комплекс ракетного вооружения. При этом пулемет МГ-4, использующий автоматные патроны калибра 5,6 мм, также считается недостаточно мощным. Помимо этого к недостаткам относят отсутствие механического дублирования комплексом вооружений, а также малый боекомплект автоматической пушки – 200 выстрелов. Еще 200 снарядов хранятся в лентах внутри корпуса машины, и для того чтобы произвести перезарядку, экипаж должен покинуть БМП.

Таким образом тенденция развития боевых машин пехоты, как в России так и зарубежом, в XXI веке направлена на усиление броневой защиты машин, что приводит к росту их массы. В свою очередь возникает ещё одна проблема – проблема проходимости, манёвренности и транспортировки. Бесконечное увеличение массы машины может привести в тупик развитие БМП в этом направлении.

Библиографический список:

1. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации - М.: Воениздат, 1985г.
2. Боевая машина пехоты БМП-3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации - М.: Воениздат, 1991г.
3. В. А. Меримский, «Тактическая подготовка мотострелковых и танковых подразделений» - М.: Воениздат, 1987г.
4. Журнал “Зарубежное военное обозрение” (периодическое издание).
5. Устройство и эксплуатация вооружения мотострелкового и танкового батальона. - М.: Воениздат, 1993г.

УДК 633

МОТИВАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА «ГИДРОДИОД»

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

Антонов П.А
Pavel703@bk.ru

Термин гидродиод ранее упоминался в работах Носова Е.Ю.[16-19]с соавторами. Так же в работах Григорьева А.В., Щерба В.Е. [21-23] , Петров

Ю.С [24]. Но в этих работах гидродиод предназначался в качестве разделителя многофазных жидкостей включенных в гидравлическую систему. Под гидродиодом автор понимал короткий участок конической трубы предназначенный для разделение многофазных жидкостей включенных в гидравлическую систему (для предотвращение попадания смазывающей жидкости в технологический канала с транспортируемой жидкостью). При этом гидродиод как средство избыточного давления не рассматривался. В частности, в работах Григорьева А.В., а так же Петровым Ю.С. [24] был рассмотрен эффект гидродиода для изоляции проходного тракта пневматического компрессора от масла, подтекающего из системы смазки. На двигателях ракет ФАУ-1 применяли воздушный диод вместо жалюзийного воздухозаборника. (Рис.1.)

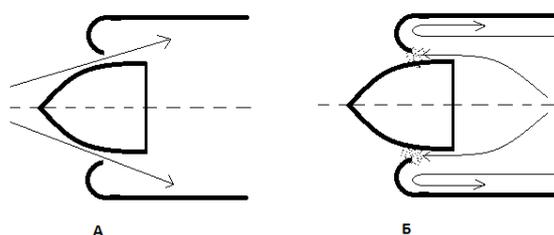


Рис. 1- Воздухозаборник модернизированной ракеты ФАУ-1 (А- На впуске, Б- На выпуске.)

Нашей задачей является исследование напорной характеристики гидродиода.

Известно, что коэффициент расхода μ отверстия зависит от числа Рейнольдса и формы его образующей. При помещении мембраны перфорированной коноидальными отверстиями, конфигурация которых показана на рисунке (2), в осциллирующую вдоль оси отверстий поток, на мембране появляется избыточный напор вызываемой разной пропускной способностью отверстия в зависимости от направление втекания жидкости. Таким образом, на мембране появляется избыточный напор, под действием которого через отверстие в мембране устанавливается однонаправленное, пульсирующее движение жидкости. Вероятность такого эффекта была показана в работе Кураева А.А Гипотезы, постулаты, парадоксы, эффекты в истории

механики жидкости, газа и аэромеханики. На данном рисунке изображена схема конфигурации отверстия в нашей мембране и направления движения жидкости через него

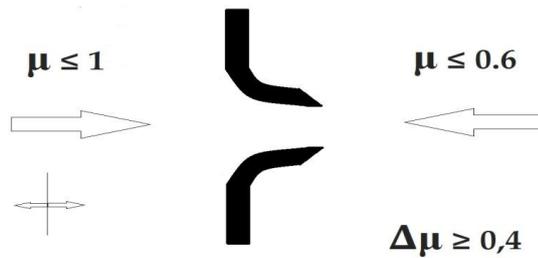


Рис. 2. Конфигурация перфорации мембран.

График Альтшуля (рис.3.) показывает зависимость коэффициентов сжатия и расхода от числа Re . Из графика видно, что коэффициент расхода при $Re = 1 \cdot 10^5$ становится приблизительно равный 0,61

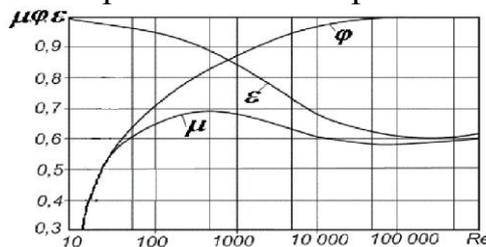


Рис. 3. График Альтшуля.

Для экспериментальной оценки эффективности гидродиода нами была создана экспериментальная установка с 2 и с 1 мембранами Рис.4. Были проведены параметрические исследования по оценки влияния на напорные характеристики гидродиода:

-амплитудно-частотные характеристики

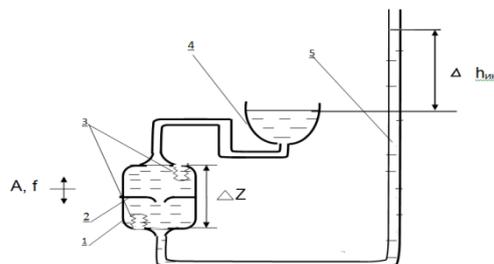


Рис. 4. Физическая модель одномембранного гидродиода. На схеме: 1- корпус; 2-мембрана; 3- упруго-объемные элементы 4 –уравнительный сосуд; 5-пьезометр

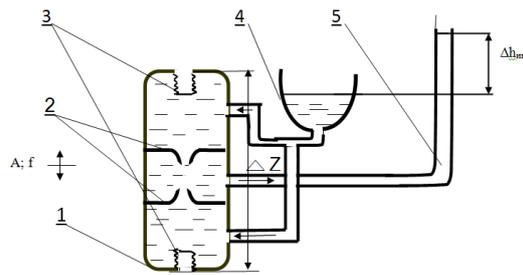


Рис. 5. Физическая модель двухмембранного гидродиода. На схеме: 1-корпус; 2-мембраны; 3- упруго-объемные элементы; 4- уравнильный сосуд; 5-пьезометр

В процессе исследования использовалось ускорение, как полного периода осцилляции потока, так и половины периода осцилляции изображена на рис.3. Она содержит одну мембрану. Установка использующая ускорение в течении всего периода содержит 2 мембраны, направленные заостренными кромками друг к другу. Рис.5.

В обеих установках в качестве упругообъемных элементов использовали сильфоны, а пьезометр представляет собой стеклянную трубку диаметром 6 мм.

Проведенные на второй установке эксперименты показали, что использование ускорения, в течении полного периода осцилляции, дает значительное увеличение напора, по сравнению с использование половины периода, это можно увидеть по графикам, изображенным на рисунках 6 и 7.

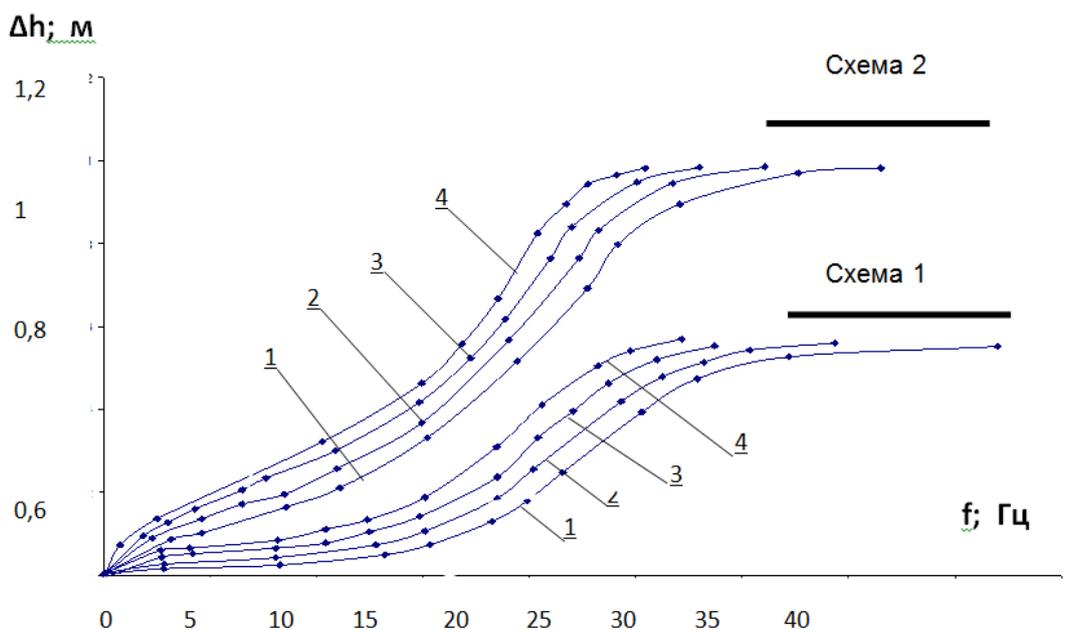


Рис. 6. Зависимость напора от частоты осцилляции, при разных амплитудах колебаний (1- $A=2,5$; 2- $A=3$; 3- $A=4$; 4- $A=5$ мм)

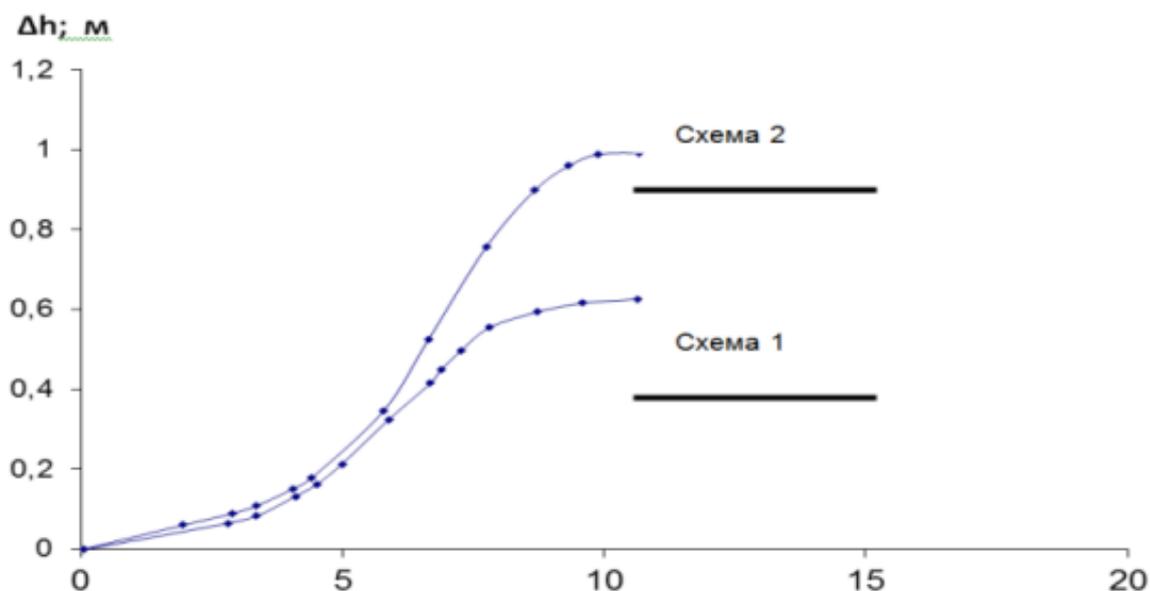


Рис. 7. Зависимость напора от ускорения осциллирующего потока.

Мы видим, что 2 установка дает напор почти в 2 раза больше. Это происходит благодаря тому, что с 2 мембранами процесс поднятия напора

жидкости происходит при всем периоде осцилляции, а не в половине, как это было в первой установке.

Постановка задачи: Используя аналогию из электротехники на принципе умножителя напряжения (основанная на диодах и конденсаторах), наша задача увеличить напор примерно в 10 раз.

Библиографический список:

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. М.:Наука,1970.216с.
2. Кураев А.А., Ларичкин В.В., Саленко С.Д. Избранные главы механики жидкости и газа: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.- 140 с.
3. Кураев А.А. Гипотезы, постулаты, парадоксы и эффекты в истории механики жидкости, газа и плазмы: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-
4. Некрасов Б.Б. Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах. –М.: Машиностроение, 1967.- 386 с.
5. Носов Е.Ю. Повышение эффективности работы гидропневматических агрегатов с катящимся ротором: автореф. диссертации...к.т.н.- Омск: ОГТУ, 2009.- 19 с.
6. Григорьев А.В.Конструкции и основы расчета прямозубого роторного насоса / А.В. Григорьев.- Омск: ОГТУ, 2011.

7. Щерба В.Е. Экспериментальное исследование производительности прямозубого роторного насоса / В.Е. Щерба, А.П. Болштянский, А.В. Григорьев, С.Ю. Кайгородов // Сборник научных трудов SWORLD: Омский ГТУ.- 2012.- Т. 6, № 1.- С. 76-79
8. Щерба В.,Е., Болштянский А.П. Исследование процессов сжатия-расширения в поршневом компрессоре // Известия вузов СССР. Энергетика.- 1981.- № 11.- С. 123-125.
9. Семенов А.Б. Кураев А.А. Расходно-напорные характеристики перфорированной мембраны в осциллирующем потоке жидкости// Теплофизика и Аэромеханика.2014.Т.21,№2 с.273-276.

УДК 629.7.048.7

РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск
Архинов М.А
maxvell58@yandex.ru

Повышение экономичности энергетических установок, решение проблем энергосбережения невозможно без создания эффективных теплообменных аппаратов, к которым относятся и регенеративные теплообменники.

Регенеративные теплообменные аппараты – ТА, в которых оба теплоносителя попеременно соприкасаются с одной и той же поверхностью теплообмена, нагревающейся (аккумулируя тепло) при прохождении горячего потока и охлаждающейся (отдавая аккумулированное тепло) при последующем прохождении холодного потока.

К достоинствами рассмотренных аппаратов относятся высокая теплопередающая способность, практически постоянная средняя температура нагреваемого воздуха, компактность и дешевизна.

К недостаткам относятся дополнительный расход электроэнергии, сложность конструкции и невозможность герметичного отделения полости нагрева от полости охлаждения, поскольку через них проходит одна и та же подвижная насадка. Поэтому при неодинаковых давлениях теплоносителей эффективность теплообменника такой схемы во многом зависит от качества уплотнения между его полостями.

Благодаря своим достоинствам, регенераторы имеют предпочтительное применение там, где требуется небольшой температурный напор между теплоносителями (газами) и высокий КПД. Они применяются в качестве воздухоподогревателей, утилизирующих теплоту уходящих газов из энергетических парогенераторов, сжатого в компрессоре воздуха воздушных холодильных и воздухоразделительных машин, газов доменных и мартеновских печей, МГД-установок, вентиляционных выбросов из

производственных помещений, продуктов сгорания двигателей внутреннего (газотурбинные установки) и внешнего (двигатели Стирлинга) сгорания.

Библиографический список:

1. Дьяченко Ю. В. Системы жизнеобеспечения летательных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 512 с. – (Учебники НГТУ).
2. Чичиндаев А. В. Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников. Часть 1. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов / А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 400 с. – (Учебники НГТУ).
3. Чичиндаев А. В. Особенности теплонапряженного состояния первичного теплообменника авиационной системы кондиционирования воздуха / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 2. – С. 34-37.
4. Чичиндаев А. В. Влияние воздушно-испарительного охлаждения на эффективность работы воздушно-жидкостного теплообменника / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 3. – С. 73-75.
5. Чичиндаев А. В. Особенности теплопередачи в компактном теплообменнике при фазовых переходах в теплоносителях / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 4. – С. 45-48.
6. Чичиндаев А. В. Особенности оптимизации теплообменника-конденсатора с противообледенительной системой / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2006. – № 1. – С. 3-6.

УДК 542.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЛИГНИНА ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

Афиногорова И.И.¹, Аюшеев А.Б.², Таран О.П.^{1, 2}

afinigenovairina@ngs.ru

Ежегодно в мире образуется более 200 млрд. тонн биомассы, которая на 99 % состоит из растительного лигноцеллюлозного сырья [1]. Основными компонентами данного сырья являются целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин, соотношение между которыми может изменяться в зависимости от вида сырья и воздействия внешних факторов.

В настоящее время основным компонентом, получаемым из лигноцеллюлозного сырья в промышленном масштабе, является целлюлоза. При этом образуется достаточно большое количество лигнинсодержащих отходов, эффективные методы промышленной утилизации которых на данный момент отсутствуют.

Учитывая современные условия развития общества, приоритетной задачей является поиск экологически безопасных технологий комплексного использования природных ресурсов. В связи с этим разработка методов переработки лигнина в ценные химические вещества является перспективным направлением современных научных исследований в области рациональной переработки растительного сырья.

Из лигнина можно получить:

- ароматические и алифатические углеводороды;
- фенольные соединения;
- масла;
- присадки для топлива и др.

Соответственно, комплексная переработка лигноцеллюлозной (ЛЦ) биомассы может стать экономически высокорентабельной для промышленных предприятий.

Отметим, что важную роль в процессах переработки играет предварительная подготовка материала. Для активации лигноцеллюлозной биомассы с целью интенсификации процессов ее химической переработки применяются разнообразные методы: химические (обработка различными соединениями, например кислотами, щелочами, ферментами), физические (размалывание, облучение, паровой взрыв), а так же методы активации смешанного типа. Механическая активация, по сравнению с другими методами воздействия является эффективным и экологически безопасным методом увеличения реакционной способности целлюлозы и лигноцеллюлозных субстратов [2].

Цель данного исследования – определение влияния механической активации древесного сырья, как метода предварительной обработки, на конечный выход лигнина из древесины.

В качестве образцов лигноцеллюлозной биомассы использовались березовые опилки с размером частиц $3,7 \pm 1,6$ мм.

Предварительно было проведено исследование эффективности механической активации образцов целлюлозы с использованием мельниц различных типов (вальцевая, планетарная, вихревая, роторная мельницы). По соотношению энергетических затрат и эффективности измельчения, в качестве наиболее перспективного для дальнейшей разработки был выбран метод активации в ударной вихревой мельнице (ВМЭ-350). Обработка образцов проводилась в течение 3, 6 и 12 с.

Полученные продукты охарактеризованы физико-химическими методами. Методом рентгенофазового анализа (РФА) проведена идентификация фаз, определена доля кристаллической составляющей (индекс кристалличности - ИК) и средний размер областей когерентного рассеяния (ОКР),

определяющие эффективность активации лигноцеллюлозной биомассы. Морфология и средний размер частиц (агрегатов), свидетельствующие об эффективности помола, определялись методом оптической микроскопии. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Табл. 1. Характеристика образцов при различных условиях механической активации

№	Образец		Время активации, с	Температура образца во время активации, °С	Средняя длина частиц ± среднее квадратичное отклонение, мкм	ИК, %	ОКР, нм	Затраченная энергия, кДж/кг
	Метод активации	Шифр						
1	Без обработки (исходная древесина березы)	В-1	0	–	3700±1600	60-75	2-4	–
2	Вихревая мельница ВМЭ-350	В-2	3	~70	69±34	55-70	2-3	54
3	Вихревая мельница ВМЭ-350	В-3	6	~70	22±13	60-65	2-3	108
4	Вихревая мельница ВМЭ-350	В-4	12	~70	21±13	60-65	2-3	216

Средняя длина частиц (агрегатов) образца исходных опилок (В-1) составляла $3,7 \pm 1,6$ мм. Индекс кристалличности данного образца ~ 70%. После начала активации, уже за 3 секунды удалось уменьшить размер агрегатов частиц примерно до 70 мкм. В ходе обработки образцы нагревались приблизительно до 70 °С, что, по-видимому, привело к некоторой аморфизации целлюлозы в составе ЛЦ-биомассы и, следовательно, к снижению индексов кристалличности. Так, индекс кристалличности образца В-2 обработанного в течение 3 секунд составил 55-70%. При этом размеры ОКР остались в рамках погрешности.

Дальнейшее измельчение в пределах 12 секунд не привело к существенным изменениям. Образцы, обработанные в течение 6 и 12 секунд (образцы В-3 и В-4), практически не отличаются ни длиной частиц (22 ± 13 и 21 ± 13), ни индексом кристалличности (60...65 %). Результаты анализа структуры активированных образцов представлены на рис. 1 и 2.

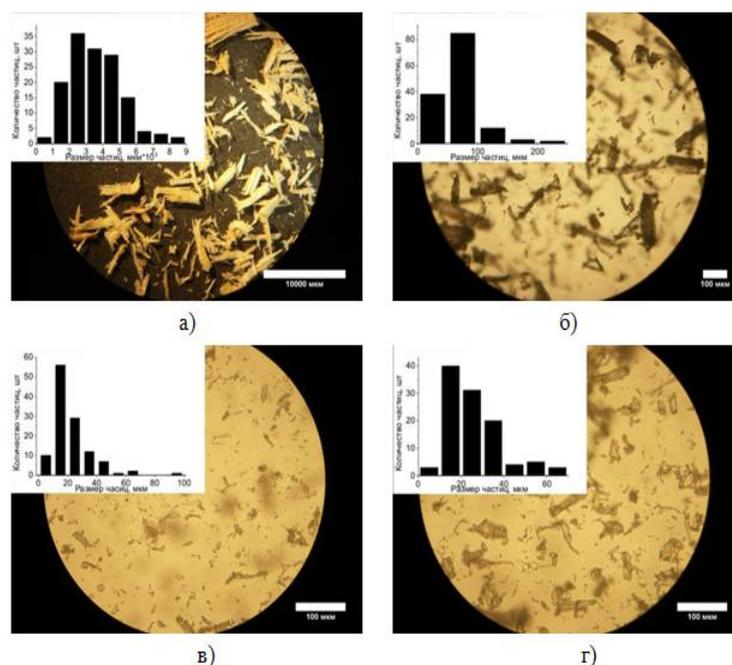


Рис. 1. Микрофотографии образцов лигноцеллюлозной биомассы а – древесина березы без обработки; б – образцы после активации в течение 3 с ; в – образцы после активации в течение 6 с ; г – образцы после активации в течение 12 с.

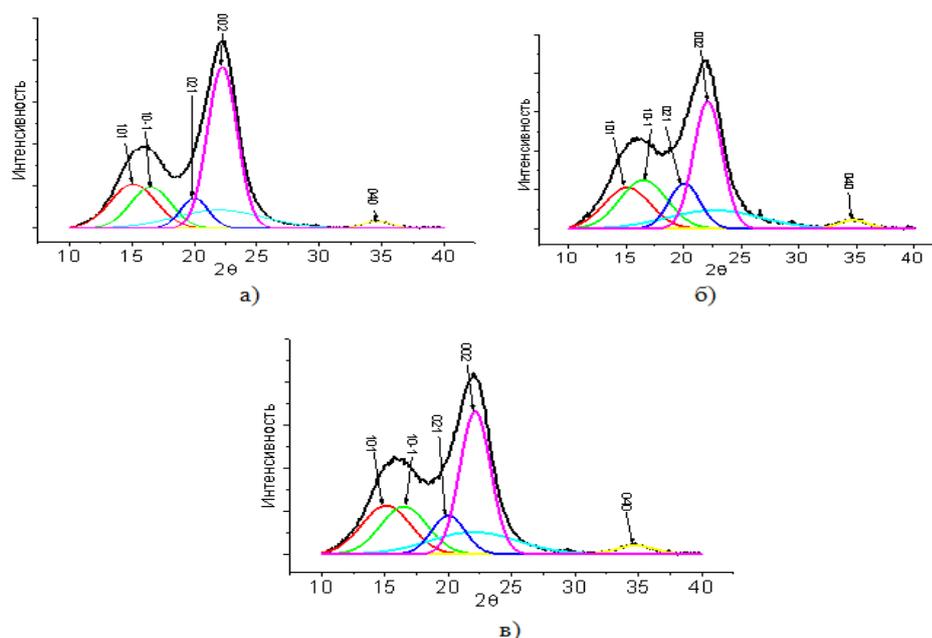


Рис. 2. Дифрактограммы образцов лигноцеллюлозной биомассы а – древесина березы без обработки; б – образцы после активации в течение 3с; в – образцы после активации в течение 6 с

После предварительной обработки опилки были подвержены обессмолеванию в аппарате Сокслета диэтиловым эфиром в течение 4 часов и высушены до постоянной массы. Выделение лигнина производилось из образцов активированных и неактивированных опилок сернокислым методом 72 % серной кислотой [2] по схеме, представленной на рис. 3.

Рис.3. Схема выделения лигнина из лигноцеллюлозной биомассы



В результате, из активированных опилок, в среднем было выделено 0,58 г лигнина, а из неактивированных - 0,48 г. Таким образом, выход лигнина составил 29 % в первом случае и 24% во втором.

Результаты исследования показывают, что механическая активация является важным этапом предварительной обработки лигноцеллюлозных материалов. Применение для этих целей вихревой мельницы ВМЭ-350 позволило получить достаточно высокую степень измельчения за малый промежуток времени при оптимальных энергетических затратах.

При выделении лигнина из опилок сернокислым методом, было отмечено, что механическая активация способствует увеличению выхода продукта приблизительно на 5%.

Библиографический список:

1. Боголицын К.Г. Физическая химия лигнина / Боголицын К.Г., Лунин В.В., Косяков ДС. [и др.] - М.: Академкнига, 2010. – 489 с.
2. Боголицын К.Г. Современные тенденции в химии и химической технологии растительного сырья. // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева).- 2002.- Т. XLVI#5. -С. 63-73.

3. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / Оболенская А.В. , Ельницкая З.П., Леонович А.А. - М.: Экология, 1991. – 320 с.

УДК 614.842

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
г. Владимир

Баева И.В., Грушина А.И., Туманова Н.И

nitumanova@mail.ru, anastasia_grushina@bk.ru, sayesinde@mail.ru

В современном обществе вопрос пожарной безопасности всегда актуален. Наше общество, на данном этапе развития нуждается в эффективных мероприятиях направленных на обеспечении пожарной безопасности. Одной из главных составляющих системы пожарной безопасности является пожарная сигнализация, эффективность её функционирования – это комплекс предупредительных, локализирующих мер при возникновении пожароопасной ситуации.

Пожарная сигнализация представляет собой комплекс технических средств для обнаружения возгорания и оповещения о месте его возникновения. Данная система включает в себя пожарные средства оповещения, приёмные устройства, линии связи, источники питания. Пожарные средства оповещения представляют собой устройства для подачи электрического сигнала о пожаре на пункт охраны. Приёмные устройства служат для приёма сигналов о пожаре от пожарных средств оповещения, индикации номера охраняемого объекта, с которого принят сигнал, и звуковой сигнализации о получении сигнала тревоги, для дистанционного включения пожарной автоматики, трансляции сигнала тревоги в пожарную охрану.

Система пожарной сигнализации является комплексом действующих совместно средств пожарной сигнализации, установленных на защищаемом объекте, для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре на этом объекте, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технических устройств.

В российских нормативных документах по пожарной безопасности (Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») строго регламентируется перечень зданий и сооружений, подлежащих оснащению автоматической пожарной сигнализацией.

Автоматические системы пожаротушения предназначены для воздействия

непосредственно на очаг возгорания в самом начале его возникновения. Работа систем пожаротушения основывается на принципах автоматического обнаружения, тушения пожара, управления эвакуацией и технологическим оборудованием здания.

Функционирование автоматической системы включает следующие этапы:

- датчики обнаруживают возникновение огня;
- центральный пункт управления подает сигнал;
- начинается эвакуация персонала;
- подается сигнал к обеспечению герметичности помещения (закрываются вытяжки, вентиляционные отверстия);
- выпускается огнетушащий состав и проводится через систему труб на насадки – распылители; распылители выпускают огнетушащий состав в помещение, происходит тушение пожара.

Таким образом, любая противопожарная система основана на безупречной работе датчиков пожарной сигнализации. Именно они обеспечивают надежное и своевременное обнаружение очагов возгорания. Датчики пожарной сигнализации распознают физические явления и изменение состояния окружающей среды, возникающие в результате возгорания.

В зависимости от явлений, происходящих в очаге возгорания и способов обнаружения источника возгорания, выделяют следующие виды датчиков: дымовые (оптические или ионизационные), датчики пламени, датчики обнаружения задымления по химическим пробам воздуха, тепловые датчики пожарной сигнализации, термокабели. В основе каждого из датчиков лежит индивидуальный принцип действия.

Ионизационный датчик ориентируется на характерную способность свободных ионов, находящихся в воздухе, притягиваться к частицам дыма. В датчике имеется специальная камера, где в электрическом поле воздух специально ионизируется слабым радиоактивным источником. Ионы заряжены и способствуют протеканию между электродами электрического тока. Как только появляется дым, интенсивность тока уменьшается – **датчик пожарной сигнализации незамедлительно реагирует**. Оптический дымовой датчик основан на реагировании на уменьшение интенсивности светового потока, так как дым препятствует распространению света.

В таблице 1 представлено сравнение эффективности способов обнаружения дыма.

Табл.1. Эффективность способов обнаружения дыма

Возгорание	Способы обнаружения	
	Ионизационный	Оптический
Открытое горение древесины	+	-
Тление древесины	-	+
Тление хлопка	+	+
Открытое горение пластмассы	+	+
Горение жидкости с выделение сажи	-	+
Горение керосина	+	-

В основе принципа работы тепловых датчиков лежит изменение дифференциального или абсолютного значения температуры воздуха в помещении. В качестве чувствительных элементов могут применяться легкоплавкие перемычки, биметаллические пластины, разного рода термисторы или устройства, которые работают на основе принципа расширения жидкости даже при незначительном нагреве. Для подобных датчиков пожарной сигнализации заранее устанавливается предельный порог допустимого уровня температуры, по достижении которого на приборы контроля незамедлительно подается соответствующий сигнал.

В датчиках обнаружения пламени для обнаружения открытого огня использует химическое свойство горящих материалов излучать в инфракрасном свете. Такие датчики оснащены двумя пироэлектрическими сенсорами, улавливающими ИК-энергию в разных диапазонах. Один сенсор настроен на ИК-излучение сгорающих газов, содержащихся в воздухе, а второй – на излучение разных источников помех, например, солнечного света и других обогревателей. Блок, обрабатывающий соотношение показаний обоих датчиков, оценивает амплитуды и фазы сигналов в различных ситуациях и немедленно выдает сигнал тревоги, если обнаруживается мерцающее пламя открытого огня. В помещениях, оборудованных такими датчиками пожарной сигнализации, нельзя пользоваться зажигалкой или спичками и курить, так как огонек сигареты тоже будет расценен как очаг возгорания.^[1]

При выборе датчиков необходимо учитывать особенности объекта, условий среды в защищаемых помещениях и класс пожароопасной или взрывопожароопасной зоны. Количество и расположение датчиков зависит от размеров, формы, условий работы и назначения помещения.

Таким образом, очевидно, что от корректной и бесперебойной работы датчиков зависит скорость обнаружения пожара, своевременность его локализации и полная его ликвидация, а также безопасность здания и всех находящихся в нем граждан. Поэтому необходимо соблюдать правила эксплуатации пожарной сигнализации и следить за ее исправностью.

Система пожарной сигнализации - это главная действующая сила, которая

мгновенно реагирует на возгорание, формируя при этом управляющие сигналы на автоматику и включая системы пожаротушения, экстренного оповещения и дымоудаления, обеспечивая сохранность жизни людей, находящихся на объекте.^[2]

Библиографический список:

1. <http://www.argus-spectr.ru/index.php?path=ru/node/4/catalog/190>
2. <http://www.moy-design.ru/rol-pozharnoj-signalizacii-v-sistjeme-zhizniobjespechenija-objekta>

УДК 330.34

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

Баженов Г.Е., Дьячкова А.В.

anastasija_djachkova_16_06@rambler.ru

Проблеме устойчивого развития сегодня уделяется значительное внимание на всех уровнях управления, что обусловлено как потребностями современного этапа экономического развития, так и необходимостью адекватного учета реалий современного мира. Рассмотрение экономических, социальных и экологических аспектов деятельности в едином комплексе стало общепризнанным, как и целесообразность рассмотрения проблемы обеспечения устойчивого развития на уровне предприятия.

По мнению автора наиболее эффективный инструмент обеспечения устойчивого развития предприятия – персонал, который является его главным ресурсом и движущей силой развития. Соответственно, по мнению автора, управление устойчивостью развития предприятия предполагает необходимость разработки эффективной методики формирования его трудового потенциала.

Предлагаемая автором методика формирования трудового потенциала состоит из пяти взаимосвязанных блоков и содержит петлю обратной связи, которая связывает результат с исходным действием, реализация которой позволяет оценить изменение устойчивости развития предприятия в результате применения методики. Модель методики формирования трудового потенциала предприятия представлена на рис.1.

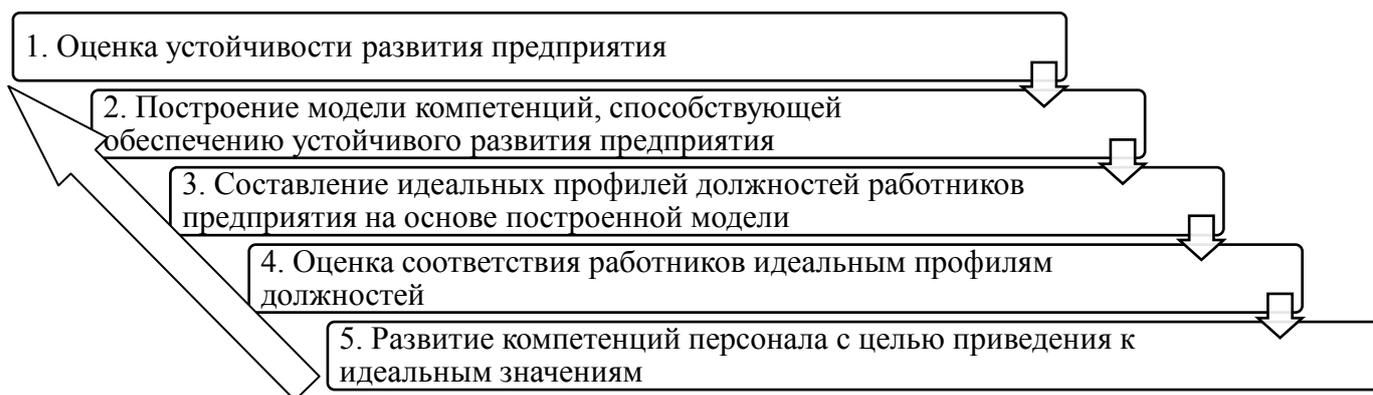


Рис.1. Модель методики формирования трудового потенциала предприятия

Рассмотрим подробнее каждый из этапов предлагаемой методики.

1 этап – Оценка устойчивости развития предприятия

На основе анализа источников по проблеме устойчивого развития предприятия [2, 5, 6, 7, 9] автором был сформирован перечень основных характеристик (совокупностей отличительных свойств) устойчиво развивающегося предприятия, для оценки которых был сформирован перечень экономических, социальных и экологических показателей, поддающихся количественной оценке, среди которых показатели, характеризующие состояние финансовых ресурсов предприятия, уровень развития применяемой техники и технологии, организацию труда, управления и производства, инновационную деятельность предприятия, объем вложений в основные фонды, научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, уровень социальной защищенности персонала, маркетинговые показатели, показатели экологической безопасности.

Выявление динамики показателей вышеперечисленных групп позволяет определить уровень устойчивости развития предприятия и принять решение о целесообразности перехода к последующим этапам предлагаемой методики.

2 этап – Построение модели компетенций, способствующей обеспечению устойчивого развития предприятия

Предлагаемый автором подход к построению модели компетенций, способствующей обеспечению устойчивого развития предприятия, основан на идентификации действий персонала, необходимых для достижения разработанных показателей устойчивого развития и компетенций, которые должны быть сформированы для выполнения действий.

Для составления предварительного перечня кластеров компетенций и компетенций, подлежащих последующему включению в модель, необходимых для достижения экономических и социальных показателей предлагается использовать словарь компетенций, содержащий наиболее распространенные кластеры компетенций, используемые многими предприятиями при формировании моделей компетенций сотрудников, приведенный в работе [8].

Кластер экологических компетенций является неотъемлемой

составляющей модели компетенций предприятия при заданной цели построения модели – обеспечение устойчивого развития, так как важнейшим фактором обеспечения устойчивого развития является организация экологического образования, направленного на формирование экологического сознания, экологической культуры, экологоориентированного мировоззрения человека.

Построение универсальной модели компетенций, способствующей обеспечению устойчивого развития предприятия, предлагается провести с использованием метода экспертной оценки взаимосвязи показателей устойчивого развития, действий персонала, направленных на обеспечение показателей и необходимых для выполнения этих действий компетенций. На основе общей модели должны быть разработаны эталонные компетентностные модели должностей, устанавливающие требования к уровням компетенций для каждой должности в зависимости от функциональной роли в деятельности предприятия и роли в обеспечении устойчивого развития предприятия.

3 этап – Составление идеальных профилей должностей работников предприятия на основе построенной модели

Составление идеальных профилей проводится на основе анализа должностных обязанностей для того, чтобы полученный инструмент учитывал роль каждой должности в обеспечении показателей устойчивого развития предприятия. Для каждой должности определяются необходимые профессионально – значимые и личностные качества для должности, исходя из которых компетенциям присваиваются идеальные уровни.

При составлении идеальных профилей должностей работников неотъемлемым этапом является валидизация профилей. В валидизации профиля обязательно должны принимать участие непосредственный руководитель того сотрудника, на должность которого составляется профиль, так как он лучше всех представляет себе текущие задачи, и специалист, занимающийся внедрением разработанной методики на предприятии, который имеет четкое представление о показателях, которых необходимо достичь в процессе реализации методики.

4 этап – Оценка соответствия работников идеальным профилям должностей

Для оценки соответствия уровней компетенций работников идеальным значениям предлагается использовать метод 360 градусов или метод обратной связи, суть которого в том, что работу сотрудника оценивает не только его руководитель, но и коллеги, подчиненные, клиенты и он сам [4], что позволяет получить полную картину.

По результатам оценки возможно определить отклонение полученных оценок от идеальных профилей. На основе полученных отклонений возможна разработка мероприятий по развитию компетенций персонала.

5 этап – Развитие компетенций персонала с целью приведения к идеальным значениям

Наиболее эффективным комплексным мероприятием, направленным на

развитие компетенций персонала с целью приведения их к идеальным значениям, по мнению автора, является формирование самообучающегося предприятия, предполагающего необходимость процесса непрерывного и целенаправленного обучения [1].

Реализация процесса обучения предполагает необходимость определения потребности в обучении, планирования и проведения обучения.

Потребность в обучении определяется на этапе оценки соответствия работников идеальным профилям должностей при выявлении несоответствий фактического и требуемого уровня компетенций персонала.

Планирование обучения предполагает выбор метода и технологии обучения, а также планирование содержания обучающих мероприятий.

Практикой определения потребности персонала в развитии компетенций [3] доказана целесообразность применения группового метода обучения, который позволяет повысить экономическую эффективность системы организационного обучения, снизить временные затраты на обучение, развить мотивацию к обучению. Для учета потребностей обучающихся целесообразно использовать блочно-модульную технологию структурирования содержания обучения, которая позволяет построить содержание обучения и сам учебный процесс в максимальном соответствии с целью обучения и имеющимися ресурсами.

Предлагаемая автором методика содержит петлю обратной связи, которая связывает результат с исходным действием, реализация которой позволяет оценить изменение устойчивости развития предприятия в результате применения модели и принять решения о целесообразности дальнейшего ее использования. Реализация петли обратной связи заключается в повторном проведении оценки устойчивости развития предприятия после проведения мероприятий, направленных на развитие компетенций персонала с целью приведения к идеальным значениям. Следует отметить, что между реализацией пятого этапа и реализацией петли обратной связи должен быть выдержан определенный временной интервал – по мнению автора, он должен составлять 3-6 месяцев, поскольку изменение компетенций, которые являются глубоко лежащей частью человеческой личности, а тем более изменение показателей деятельности предприятия как итог изменения компетенций персонала не может быть одномоментным процессом.

Рассмотренную методику формирования трудового потенциала предлагается считать успешно реализованной, если при повторном проведении оценки устойчивости развития предприятия получена положительная динамика показателей устойчивого развития по отношению к показателям, полученным при предыдущей оценке.

Библиографический список:

1. Акмаева Р. И. Становление и развитие самообучающихся организаций на промышленных предприятиях современной России / Р. И. Акмаева, Н. Ш. Епифанова, Э. Р. Арсланова. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2011. - 267 с.

2. Анисимов Ю. П. Устойчивость развития предприятия при инновационной деятельности / Ю. П. Анисимов, О. Н. Григорова. – Воронеж : Ин-т менеджмента, маркетинга и финансов, 2006. – 186 с.
3. Дьячкова А. В. Применение метода 360 градусов для управления эффективностью работы специалистов / А. В. Дьячкова // В мире научных открытий. – 2014. – № 7 (55). – С. 129-146.
4. Козуб Т. Оценка «360 градусов»: стратегия, тактики и техники для воспитания лидеров / Т. Козуб, У. Бирли, Д. Джонс; пер с англ. – М. : Эксмо, 2009. – 336 с.
5. Корчагина Е. В. Стратегическое управление социально-экономической устойчивостью предприятия / Е. В. Корчагина // Проблемы современной экономики. – 2009. – № 1 (29). – С. 150 – 155.
6. Макова М.М. Методические основы оценки устойчивого развития предприятий нефтяного комплекса / М. М. Макова // Вестник ВЭГУ. – 2012. – № 4. – С. 53 – 60.
7. Мельник, Т. Е. Управление устойчивым развитием субъекта хозяйственной деятельности / Т. Е. Мельник. – Орел : ОГУ, 2011. – 184 с.
8. Спенсер Л. М. Компетенции на работе : модели максим. эффективности работы / Л. М. Спенсер, С. М. Спенсер; пер с англ. – М. : НИРРО Publ., 2010. - 371 с.
9. Хомяченкова Н. А. Механизм интегральной оценки устойчивости развития промышленных предприятий: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Н. А. Хомяченкова. – М., 2011. – 21 с.

УДК

РЕГИСТРАЦИЯ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ГОЛОВНОЙ МОЗГ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Байбурина М.С.

madina_07.92@mail.ru

Актуальность

Выявлено, что магнитное поле низких частот является биологически активным фактором.

Действие же и конечный результат его воздействия зависят от многих факторов, как внешних (частота, интенсивность МП, длительность воздействия), так и внутренних, индивидуальных, таких как состояние здоровья человека, подвергающегося воздействию, состояние нервной системы в момент воздействия, уровень возбудимости нервной системы

конкретного человека и т.д.

МП может иметь как лечебный эффект при соответствующем использовании, так и негативный (который, к сожалению, встречается намного чаще, – как производственный фактор и элемент загрязнения окружающей среды).

Мы подвержены влиянию магнитных полей на промышленных зонах, на территориях с большим количеством электропередач и проводов, но и в собственном доме.

Все домашние приборы, которые так полезны в пользовании и помощи при хозяйственных делах, обладают электромагнитными полями, в поле действия которых мы постоянно попадаем и, в итоге, живём. Уже много десятилетий существует миф, что даже слабое электромагнитное излучение от бытовой техники отрицательно влияет на организм человека, но до сих пор однозначных доказательств этому нет.

Как правило, все бытовые приборы изготавливаются в пределах допустимых норм магнитного излучения, что не должно вызывать особых изменений в организме человека и его здоровье.

Человек постоянно находится под воздействием магнитных влияний, при этом реагируя на них с индивидуальными характеристиками. Но, для того, чтобы воздействие привело к патологии или привело к заболеваниям, нужно совпадение нескольких условий: долгий период излучение магнитного поля и его непрерывность. А это означает, что периодическое использование бытовой техники не способно сильно влиять магнитными излучениями, в редких случаях людей и аллергическими реакциями.

Если же говорить о влиянии промышленного магнитного поля, то нужно отметить, что для создания опасности для человеческого организма такое облучение должно быть на протяжении 8 часов и продолжаться несколько лет.

Цель

Инструментально зарегистрировать влияние магнитного поля, выявить эффект при его воздействии на головной мозг.

Как проводилась работа

ПРИ исследовании проводились опыты, в которых участвовали студенты НГТУ разных курсов

Опыты были осуществлены при помощи следующих приборов :

1)Полиграф под названием « Барьер -14 », который фиксировал изучаемые показатели такие как :

- ТРМ (активность центральной нервной системы),
- ФПГ (показатель расширения или сжатия сосудов)
- ВДХ (активность вегетативной нервной системы)
- НДХ (активность вегетативной нервной системы)
- КГР (Кожно-гальванические реакции, активность ВНС)
- АД (величина давления как показатель эмоциональной напряженности)

2)Измеритель напряженности полей промышленной частоты ПЗ-50В.

3)Шлем, разработанный выпускником кафедры Безопасности труда Маматюковым В.К. под руководством Коробейникова С.М.

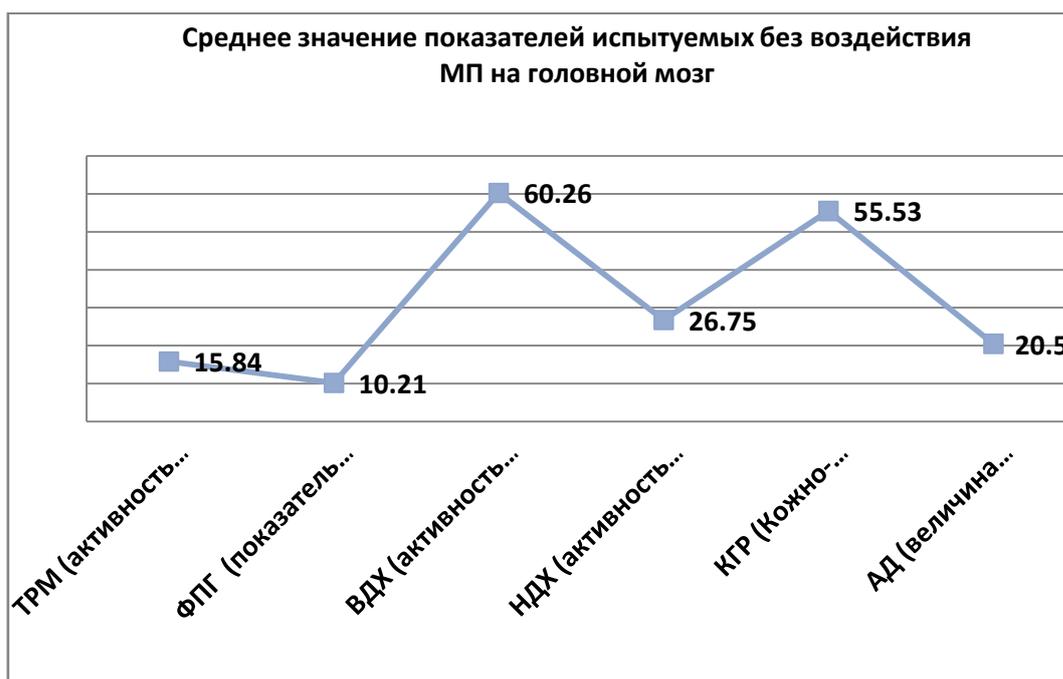
Как проводились опыты

Чтобы определить происходит ли воздействие МП на человека или нет, мы изначально при помощи полиграфа снимали показатели без воздействия МП на головной мозг в течении 1,5-2 минут, все это время человек находится в состоянии покоя. Далее надевали шлем и под напряженностью 75- 80 А/м при силе тока 1 А головной мозг испытуемого в течении 4,5-5 минут находился под воздействием МП, в это время полиграф фиксировал изменения определенных показателей.

Результаты

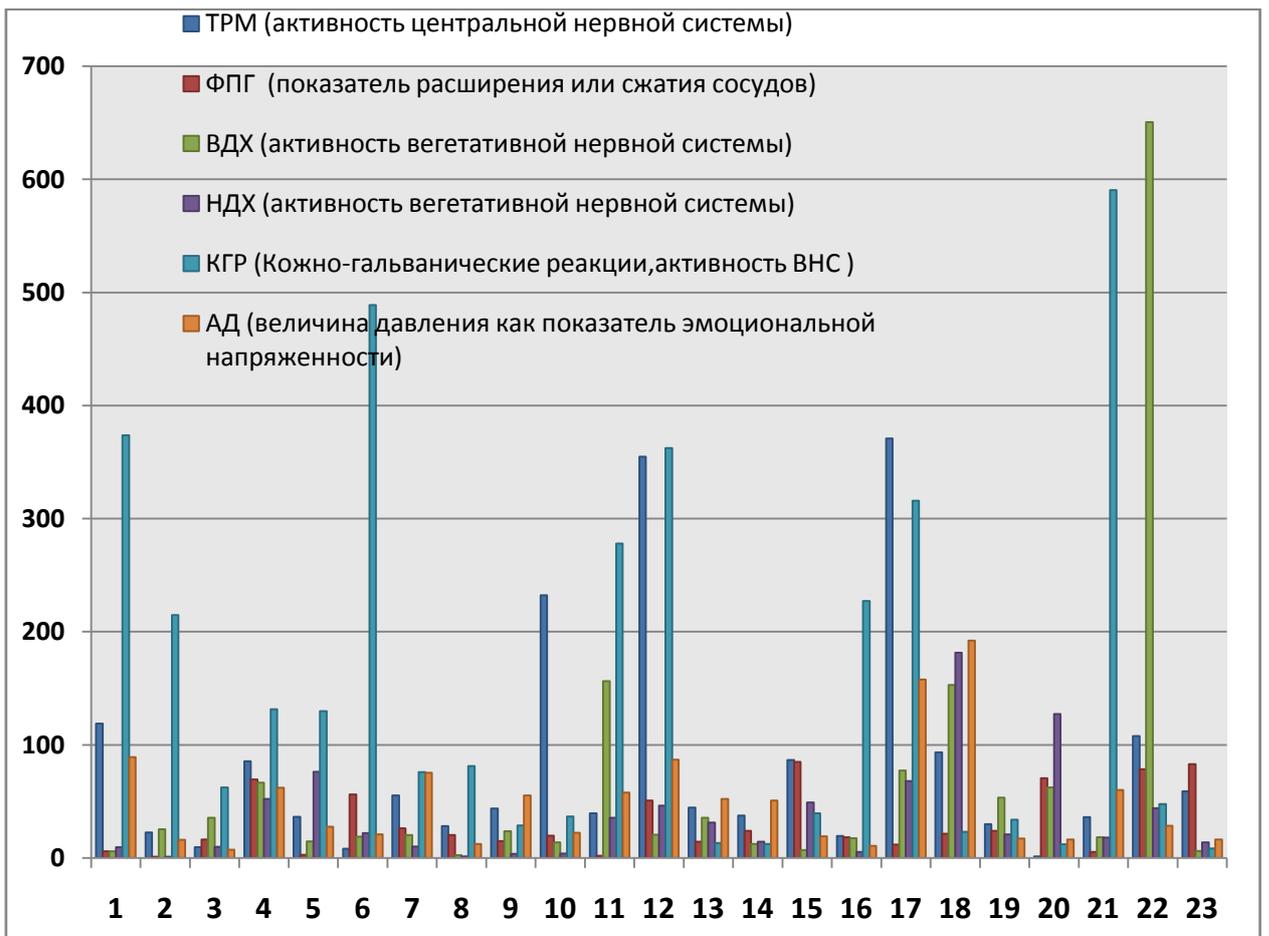
Общее количество человек, с которыми были проведены опыты 23:

7 девушек и 16 парней.





Разность показателей по модулю

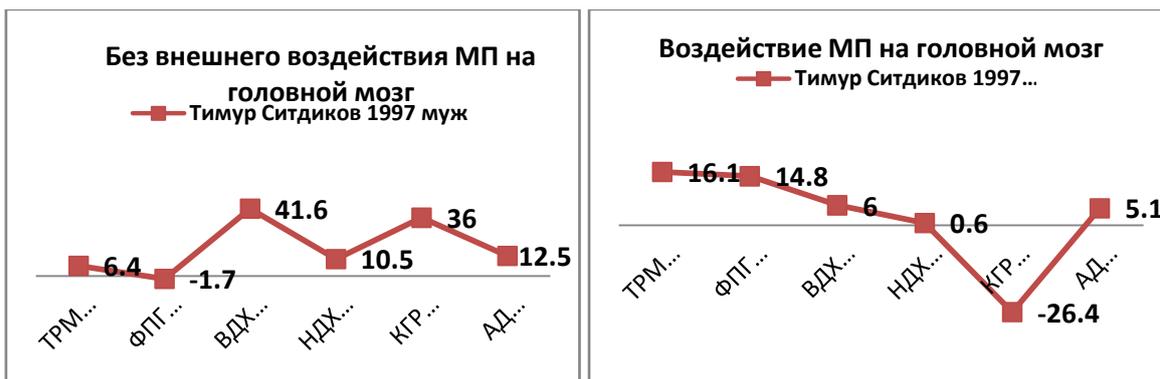


Среднее квадратичное отклонение по модулю

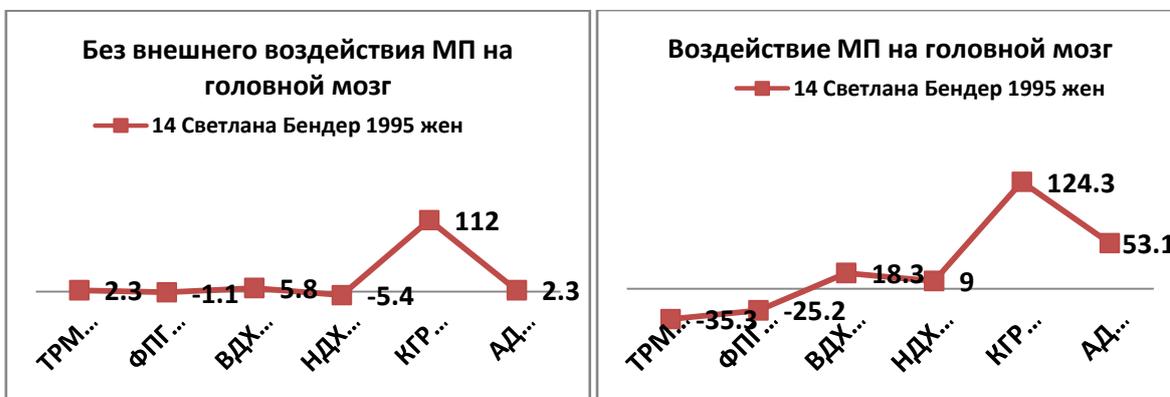
ТРМ	ФПГ	ВДХ	НДХ	КГР	АД
127,3	42,1	147,2	56,6	218,7	65,9

Пример

У данного испытуемого зафиксирована выраженная реакция организма на воздействие МП:



Далее представлен пример опыта, в результате которого у испытуемого не наблюдалось значительных изменений:



Предварительные выводы

- 1) Зафиксировано влияние магнитного поля на организм человека
- 2) Обнаружено, что есть люди, малоподверженные воздействию МП
- 3) Из зарегистрированных характеристик наиболее чувствительными к МП являются: Кожно-гальванические реакции и ВДХ (активность вегетативной нервной системы)

Планы дальнейшей работы

- ◎ Проведение опытов с более широкими категориями людей по возрастам и полу
- ◎ Применение разных методик
- ◎ Осуществление статистической обработки данных

Библиографический список:

1. Мизун Ю. Г., Мизун П. Г. Космос и здоровье.— М.: Знание, 1984. 144 с.— (Наука и прогресс).
2. СанПиН 2.2.4.723-98 Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях

УДК

ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ О ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ: СИМВОЛИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Новосибирское высшее военное командное училище (военный институт)
г. Новосибирск

Балабушевич В.Ю., Гурский А.И., Кокоулин В.Г.

В статье рассматривается символическое измерение исторической памяти о Великой Отечественной войне, утверждается, что атака на историческую память о Великой Отечественной войне ведется по многим направлениям. Одно из таких направлений заключается в попытке разрушить (деформировать) ее символические основания. Авторы раскрывают роль и место символов в сохранении и воспроизводстве исторической памяти, анализируют средства и способы, используемые теоретиками и практиками информационной войны для достижения поставленных целей.

Ключевые слова: информационное противоборство, историческое знание, историческая память, символ, символическая картина прошлого, система символов, функции символов.

Историческая память о Великой Отечественной войне, как и о любом другом историческом событии, имеет ярко выраженное символическое измерение.

Значение символов в жизни общества, функционировании общественного и индивидуального сознания, различных сферах и видах деятельности чрезвычайно велико. Символ выступает в качестве элемента и инструмента культуры. Трудно не согласиться с немецким философом Эрнстом Кассирером (1874-1945), который определил человека как «символизирующее существо».

Не вдаваясь в тонкости философских споров относительно природы и сущности символа, отметим, что под символом (от греч. *symbolon* – знак, опознавательная примета) понимается идея, образ или объект, имеющий собственное содержание и одновременно представляющий в обобщенной,

неразвернутой форме некоторое иное содержание. Символ стоит между (чистым) знаком, у которого собственное содержание ничтожно, и моделью, имеющей прямое сходство с моделируемым объектом, что позволяет модели замещать последний в процессе исследования.

Историческое знание имеет многоуровневую структуру: а) на обыденно-психологическом уровне историческое знание существует, прежде всего, в виде исторической мифологии, тесно связанной с национальным характером, менталитетом народа и опирающейся, в конечном счёте, на архетипы; б) на теоретико-идеологическом уровне историческое знание существует в форме идей, теорий, концепций, доктрин, которые отличаются гораздо большей подвижностью по сравнению с исторической мифологией [1]. И в первом, и во втором случае символы играют весьма существенную роль.

Символическая «картина» («видение») Великой Отечественной войны, как и любого неординарного события в жизни народа, характеризуется несколькими чертами.

Во-первых, символы существуют не изолированно, а образуют определенную иерархию, систему. Причем символы, связанные с одним значимым событием, сопрягаются с символикой других событий (например, «три ратных поля России»: Куликовское, Бородинское и Прохоровское), образуя некое историко-символическое пространство. Символика связывает различные эпохи и поколения, обеспечивает преемственность памяти народа. Разрыв этой преемственности (вспомним гамлетовское: «Распалась связь времен»); чреват самыми серьезными последствиями (в полной мере мы ощутили трагизм подобной ситуации в первое постсоветское десятилетие).

Во-вторых, система символов носит исторический характер. Она дополняется новыми символами. Все, что происходит с нами «сегодня», заставляет нас по-новому взглянуть на события, происходившие «вчера», в этом смысле историческое знание носит интерпретационный характер. Некоторые символы «умирают» в силу естественных причин (появление труднопреодолимых барьеров временного, культурологического, мировоззренческого, психологического, политического и иного характера между историческим событием и новыми поколениями). Другие «изымаются» из народной памяти искусственным путем. Впрочем, в изменившейся ситуации некоторые символы, казалось бы порядком забытые, могут актуализироваться. Вспомним возрождение гвардии, возвращение погон, учреждение орденов Суворова, Кутузова, Александра Невского, Богдана Хмельницкого в годы Великой Отечественной войны. На легендарном параде на Красной площади 7 ноября 1941 г. прозвучали слова И.В. Сталина, обращенные к защитникам Москвы: «Пусть вдохновляет вас в этой войне мужественный образ наших великих предков – Александра Невского, Дмитрия Донского, Кузьмы Минина, Дмитрия Пожарского, Александра Суворова, Михаила Кутузова! Пусть осенит вас победоносное знамя великого Ленина!». Символы русской военной истории вновь оказались «востребованными».

В-третьих, «символ является подвижной системой взаимосвязанных функций» [3, 169]. Традиционно говорят об экспрессивной, репрезентативной и смысловой функциях символа. Посредством данных основных функций и реализуется роль символа в культуре, в формировании и функционировании исторической памяти.

Экспрессивная функция связана с формированием чувственно-эмоциональной картины прошлого, принятием его как «своего». Символ как бы выражает состояние души того, кто его использует. Он возбуждает определенные чувства, настроения, желания. Более того, символ способен привести в действие внутренние ресурсы индивида, социальной группы, народа и, тем самым, изменить ожидаемый («естественный») ход вещей.

Репрезентативная функция символа заключается в том, что он представляет, «манифестирует» символизируемые события, процессы, объекты. Всякое познание всегда символично и, тем более, это справедливо в отношении исторического познания. Значение символов для исторического познания возрастает в связи с тем, что историческое знание носит лакунизированный характер. В этих условиях символ выступает в качестве эффективного средства придания историческому знанию связного характера, различения того, что представляется неясным.

Наконец, смысловая функция символа заключается в том, что он выступает в качестве своеобразного «хранилища» и «генератора» смыслов.

В-четвертых, символы самым тесным образом связаны с той или иной системой ценностей, доминирующей в общественном, групповом и индивидуальном сознании.

Историческая память о Великой Отечественной войне опирается на целостную систему символов, ее элементами выступают: «символы-люди», «символы-события», «символы-лозунги», «символы-вещи», «символы-произведения искусства», «государственные и военные символы».

К *«символам-людям»* относятся: И.В. Сталин, Г.К. Жуков, Александр Матросов, Зоя Космодемьянская, Виктор Таллалихин, двадцать восемь панфиловцев и многие др.

В качестве *«символов-событий»* могут быть названы: защита Брестской крепости, обращение И.В. Сталина к советскому народу 3 июля 1941 г., парад на Красной площади 7 ноября 1941 г., оборона Москвы, оборона Севастополя, Сталинградская битва, Курское сражение, форсирование Днепра, взятие Берлина, штурм Рейхстага и водружение над его куполом Знамени Победы, парад Победы 24 июня 1945 г. и пр.

Как *«символы-лозунги»* могут быть манифестированы следующие призывы военных времен: «Наше дело правое, враг будет разбит!», «Ни шагу назад!». «Велика Россия, а отступать некуда!». «За Волгой для нас земли нет!». «Убей немца!», «Смерть немецко-фашистским захватчикам!», «братья-славяне» и др.

«Символами-вещами» выступают: автомат ПППШ, гвардейский миномет «Катюша», пистолет «ТТ», танк «Т-34», штурмовик «Ил-2». солдатская шинель, солдатские сапоги («кирзачи»), солдатские каска и плащ-палатка, матросские тельняшка и бескозырка, письмо с фронта (солдатский «треугольник»), «похоронка», рупор громкоговорителя, фронтовая землянка, солдатский кисет, «фронтовые сто грамм», братская могила и др.

Мощной силой обладают «символы-произведения искусства»: песня «Священная война» (сл. В. Лебедева-Кумача, муз. А. Александрова), песня «Землянка» (сл. А. Суркова, муз. К. Листова), песня «День Победы» (сл. В. Харитоновна, муз. Д. Тухманова), Седьмая симфония «Ленинградская» (Д. Шостакович), песня «Синенький скромный платочек» (в исполнении К. Шульженко), поэма «Василий Теркин» (А. Твардовский), стихотворение «Жди меня, и я вернусь» (К. Симонов), рассказы «Наука ненависти», «Судьба человека» (М. Шолохов), монумент «Воин-освободитель» в берлинском Трептов-парке (скульптор Е. Вучетич), монумент «Родина-мать зовет!» на Мамаевом кургане (скульптор Е. Вучетич) и др.

Наконец, группа «государственных и военных символов» включает в себя: герб и флаг СССР; Боевые и Гвардейские Знамена; Красную площадь; Мавзолей В.И. Ленина; Могилу неизвестного солдата и Вечный огонь у кремлевской стены; «серп и молот»; пятиконечную красную звезду; ордена Красного Знамени, Красной Звезды, Отечественной войны, Славы, «Победа»; медали «За отвагу», «За взятие Берлина», «За победу над Германией»; знак «Гвардия»; гвардейская (георгиевская) ленточка, нашивки за ранение и пр.

В современных условиях «битва за историю» становится важнейшей частью битвы за будущее России и её народов; по этому поводу российский исследователь М. Делягин замечает: «...строго говоря, более всего современной России нужна не инновационная модернизация, не реиндустриализация, не интеграция и даже не искоренение коррупции; более всего современной России нужен простой и честный школьный учебник истории» [2, 6].

Нарастает острота информационного противостояния как на международной арене, так и между сторонниками государственно-патриотической и прозападно-либеральной линий внутри российского общества. И в центре этого информационного противостояния – Великая Отечественная война.

Атака на историческую память о Великой Отечественной войне ведется по многим направлениям. Одно из таких направлений заключается в попытке разрушить (деформировать) ее символические основания, другими словам, внедрить иную систему символов, которые не позволят эту войну считать ни «великой», ни «отечественной».

Остановимся на некоторых средствах и способах, используемых теоретиками и практиками информационной войны для достижения поставленных целей.

Уничтожение символов. Еще в Древнем Риме существовал «Закон об осуждении памяти» («*Damnationem omni*»). Всякие изображения, символы, связанные с жизнью и деятельностью, и даже имена лиц, попавших под действие этого закона, подлежали уничтожению. На протяжении веков и тысячелетий оттачивались приемы и способы стирания памяти о конкретных людях, событиях, даже целых периодах истории. Символы, мешающие интерпретировать прошлое в интересах господствующей элиты, подлежат уничтожению. После распада Советского Союза по Европе и постсоветскому пространству по инициативе (или при попустительстве) властей прошла мощная волна вандализма, направленная против символов великой Победы (т. н. «война с памятниками»). Особенно в циничной форме этот процесс происходит сегодня на Украине, народ которой прошел через серьезные испытания в годы Великой Отечественной войны.

Да и в самой России стремление идеологов либерализма и западничества зачеркнуть социалистическую эпоху ее истории привели к уничтожению значительной части советской государственной и военной символики. Уже и красные кремлевские звезды предлагается заменить на двухглавых орлов (естественно во имя сохранения исторической правды).

Запрет символов. В ряде стран восточной Европы и постсоветского пространства официально запрещено употребление всей советской символики, в т. ч. связанной с Великой Отечественной войной. На неофициальном уровне подобного рода запреты использовались и у нас. Так, в период с 1961 по 1964 гг. не было рекомендовано тиражирование изображения медали «За победу над Германией» по причине наличия на ней профиля И.В. Сталина. А награжденным этой медалью (таковых в нашей стране были миллионы) рекомендовалось при ее ношении переворачивать оборотной стороной. С 1956 по 1964 гг. было «табуировано» имя Г.К. Жукова и все что связано с его деятельностью. В первое постсоветское десятилетие власть последовательно (хотя и не очень афишируя это) пыталась воспрепятствовать использованию советской военной символики. Из наградной системы России «выпало» значительное количество наград военного времени (например, орден Славы), а оставленные неузнаваемо изменили свой облик. Эта тенденция, к сожалению, просматривается и сегодня. С праздничных открыток, посвященных 9 мая, исчезают красные знамена, красная звезда, серп и молот, герб Советского Союза. Странное чувство вызывает Красная площадь, оформленная к ежегодному военному параду 9 мая – Мавзолей В.И. Ленина тщательно замаскирован фанерной бутафорией.

Дискредитация символов. Этот прием носит более изощренный характер по сравнению с их простым уничтожением и запретом символов. В период горбачевской перестройки и постсоветскую эпоху многое было сделано для дискредитации советской символики вообще и советской военной символики, в частности. Например, «свастика» (символ фашистской Германии) и «серп и молот» (символ СССР) объявлялись в равной степени символами тоталитаризма.

Красная звезда (символ Красной, а затем и Советской армии) характеризовалась как масонский знак.

Справедливости ради следует отметить, что дискредитация символов государственного отличия началась еще в советское время и вызывалась бездумной раздачей государственных наград СССР как гражданам своей страны, так и представителям других государств. Так, в свое время присвоение высшей степени отличия СССР (звание «Герой Советского Союза») президенту Алжира Ахмеду бен Белле (1964) и президенту Египта Гамалю Абдель Насеру (1964) вызвало неодобрение в советском народе и породило целую серию анекдотов, куплетов и частушек. Апофеозом глупости и политической недалекости стало присвоение Л.И. Брежневу звания Маршала Советского Союза (1976) и награждение его Орденом Победы (1978). Подобного рода проявления имеют место в современной России.

Мощнейшим способом дискредитации символики Великой Отечественной войны стало ее опошление, десакрализация через использование в массовой культуре, в рекламе и т. д.

Особенно страшны удары по людям, ставшим символами великой войны. В перестроечные и постсоветские годы нам поведали о том, что Сталин – «кровавый маньяк», советские полководцы – сплошь бездари, Зоя Космодемьянская – психически ненормальная и т. д.

Лишение символов реального смыслового содержания. Лишенные реального смыслового наполнения символы, растиражированные по всей огромной стране, живущей уже в иной реальности (воспроизводя либеральные образцы американского или европейского происхождения) превращают индивидуальное, групповое и общественное сознание в гигантское «кладбище символов». «Десимволизация» всего того, что связано с Великой Отечественной войной в исторической памяти народа открывает дорогу ещё более масштабной «зачистке прошлого», превращению его масштабных фрагментов в искусственные лакуны.

Вытеснение (замещение) символов. Изменение отношения к какому-либо событию прошлого предполагает разрушение старого и выстраивание нового символического ряда. Применительно к Великой Отечественной войне этот символический ряд выглядит следующим образом: «штрафбаты», «заградительные отряды», «гулаг», «враги народа», «жертвы сталинизма», «советский солдат – мародер и насильник», «беспробудное пьянство» и пр. Стоит обратить внимание на символические фигуры, кочующие из одного современного художественного произведения (фильма) о войне в другой (за редким исключением): самодур-командующий, командир-держиморда, трусливый, злобный и мстительный комиссар (замполит), «особист» с садистскими наклонностями, вороватый старшина и тому подобные отрицательные персонажи.

Дискредитация символов с их последующим «вытеснением» («замещением»). Иногда дискредитация того или иного символа

предшествует его вытеснению из общественного и/или индивидуального сознания. Подобного рода идеолого-психологическая «многоходовка» была проведена в отношении Красного знамени. Сегодня даже на открытках, посвященных Дню Победы, красуется российский «триколор», хотя в годы Великой Отечественной войны под ним сражались изменники Родины – власовцы. Либеральные теоретики власть поиздевались и над таким символом Победы как «советский народ». Словосочетание «советский народ-победитель» сегодня выведено из употребления под благовидным предлогом «смены исторических концепций».

Таким образом, невнимание к символической стороне исторической памяти о Великой Отечественной войне чревато самыми серьезными последствиями.

В связи с вышесказанным можно говорить о четырех взаимосвязанных между собой задачах:

1) сохранение бережного отношение к символам Великой Отечественной войны, превращение их в фундаментальные ценности индивидуального и общественного сознания (несмотря и даже вопреки всем конъюнктурным зигзагам в развитии российского общества);

2) обеспечение исторической преемственности военной символики различных периодов отечественной военной истории;

3) наполнение символов Великой Отечественной войны новыми смыслами, сопрягающимися с новыми историческими реалиями и новыми задачами по обеспечению военной безопасности России;

4) актуализация всей системы военных символов с целью их использования в качестве мощных мотиваторов социальных действий.

Библиографический список:

1. Балабушевич В.Ю. Фальсификация истории (опыт философского осмысления) // Мир науки, культуры, образования. Научный журнал. – 2012 – № 3 (34) – С 289-292.

2. Делягин, М. Шашлык на вечном огне / М. Делягин // Завтра. – 2012. – № 14 (959).

3. Краткий словарь по логике / Д.П. Горский, А.А. Ивин, А.Л. Никифоров; под ред. Д.П. Горского. – М.: Просвещение, 1991. – С. 169.

ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ НА ПРОЦЕСС ДЕТОНАЦИИ

Новосибирский государственный технический университет,

Г. Новосибирск

ИГиЛ СО РАН, Новосибирск

Балаганский И.А., Виноградов А.В., Мерзиевский Л.А.

balagansky@craft.nstu.ru

Основной задачей являлось численное исследование особенностей детонации цилиндрических зарядов ВВ, помещенных в оболочку из карбида кремния. Расчеты проводились с использованием лицензионного ПО ANSYS AUTODYN_x 64 v 15.0.7 (+ BetaOptions) DoublePrecision. Использовался численный метод SPH. В расчетах моделировались экспериментальные постановки, результаты которых изложены в [1-6]. По результатам экспериментов в этих работах были сделаны следующие выводы:

- детонационный процесс имеет ярко выраженный нестационарный характер;
- измеренные значения давления в детонационной волне в большинстве случаев заметно отличаются от давлений при стационарной детонации;
- детонационные фронты имеют особенности, связанные с влиянием оболочки, скорость распространения ударных волн (волн сжатия) в которой существенно превышает скорость детонации.

Из всего массива экспериментальных постановок для численного исследования были выбраны те, в которых ожидаемые эффекты проявлялись наиболее ярко, и для которых были подобраны параметры используемых в расчетах моделей. Это распространение детонации в сборках, содержащих заряды ВВ ТГ-40 в оболочках из карбида кремния. Для сравнения моделировался процесс распространения детонации в сборке, в которой керамическая оболочка заменялась на медную, материал которой имеет акустический импеданс, близкий к акустическому импедансу керамики, и существенно отличается по скорости звука и упругому пределу Гюгонио.

Для более четкого сопоставления поведения детонационного фронта в окрестности медной и керамической оболочки (стенки) было также выполнено численное моделирование детонации плоского заряда ТГ-40, помещенного между пластинами из меди и карбида кремния.

На границах между зарядом ВВ и инертными стенками с интервалом 1 см размещались лагранжевы датчики, в которых фиксировалось изменение параметров в зависимости от времени. Датчики с 1 по 9 находились на границе с керамической, а с 10 по 18 – с медной стенкой. Инициирование сборки осуществлялось ударом алюминиевой пластины по левому торцу заряда со скоростью 2,5 км/с.

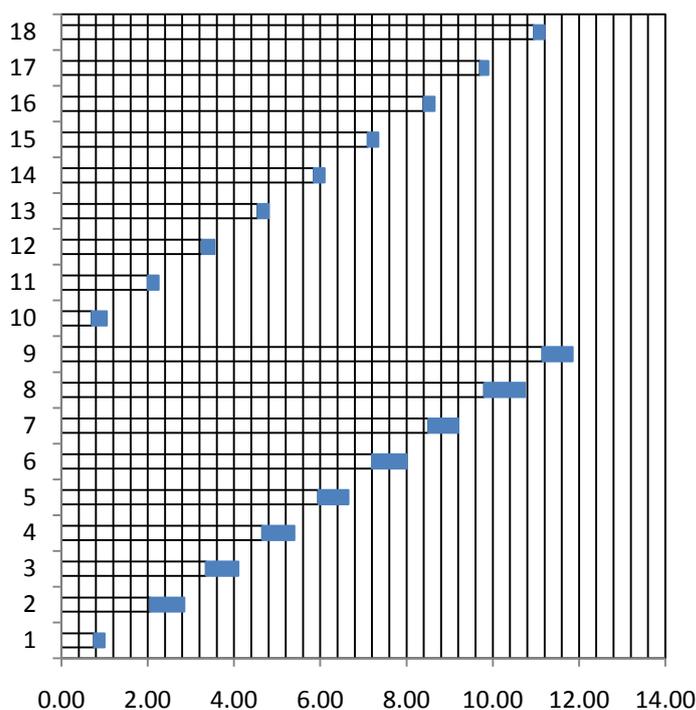


Рис. 1. Длительности детонационного превращения в местах расположения датчиков

Полученные данные показывают, что характер детонационного превращения в случае плоской геометрии отличается от цилиндрического случая. Здесь длительность превращения также увеличивается по сравнению с процессом вблизи медной пластины, но опережающее начало реакции отсутствует. Данное обстоятельство подтверждает, что своеобразный характер распространения детонации в цилиндрическом заряде обусловлен особенностями волновой структуры течения.

Резюмируя все вышеизложенное, можно констатировать:

1. На основе полученных ранее экспериментальных данных о детонации зарядов взрывчатых веществ, включающих инертные высокомолекулярные элементы, определены параметры выбранных определяющих соотношений используемой в дальнейших расчетах модели, выбран подход и метод численного решения поставленных в проекте задач.

2. Проведено моделирование распространения детонации в цилиндрических

зарядах ВВ, помещенных в керамическую оболочку (трубку), выявлены и охарактеризованы особенности протекания детонационного превращения на границе заряда и оболочки. Расчеты показали, что в данном случае процесс детонации является существенно нестационарным.

3. Проведено сравнение результатов, полученных для зарядов с керамической оболочкой, с результатами решенной задачи о детонации заряда ВВ, помещенного в медную оболочку, имеющую акустический импеданс, близкий к импедансу керамики, и проанализированы их различия. Процесс детонации заряда в медной оболочке практически стационарен.

4. Для анализа особенностей взаимодействия детонационных волн с

На рисунке 1 сравниваются длительности детонационного превращения в местах расположения датчиков для плоского случая (внизу - керамическая пластина, вверху - медная). На диаграмме по вертикали - номера датчиков, по горизонтали - время с момента инициирования детонации. Темные прямоугольники показывают время полного превращения ВВ в продукты детонации.

высокомодульными элементами осуществлено моделирование процесса детонации в плоском заряде ВВ, помещенном между керамической и медной пластиной. Сравнение с результатами расчетов в цилиндрической геометрии показало различие в протекании детонационных процессов, связанное с различием волновых процессов на границе ВВ - керамическая преграда.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №14-08-00068.

Библиографический список:

1. Особенности детонационных процессов в зарядах ВВ, находящихся в контакте с высокомодульной керамикой / И.А. Балаганский, В.П. Бердник, И.В. Куликова, Н.И. Носенко, В.С. Соловьев // Аннотации докладов 7-го Всесоюзного съезда по теоретической и прикладной механике.- Москва, 1991.- С.31.
2. Влияние оболочки из карбида кремния на детонационные параметры в зарядах ВВ / И.А. Балаганский, И.Ф. Кобылкин, С.В. Разоренов, В.С. Соловьев, А. В.Уткин // 5Всесоюзное совещание по детонации, Красноярск 5–12 авг. 1991 г.: сб. докл. – Красноярск, 1991. – Т. 2. – С. 345–350.
3. Balagansky I.A., Razorenov S.V., Utkin A.V. Detonation Parameters of Condensed High Explosive Charges with Long Ceramic Elements // Final Proceedings of the 10-th International Detonation Symposium.- Boston, USA, 1993.- P.841-845.
4. Влияние инертной стенки из высокомодульной керамики на распространение детонации в зарядах конденсированных ВВ / И.А. Балаганский, В.А. Агурейкин, С.В. Разоренов, А.В. Уткин // Физика горения и взрыва.- 1994.- Т.30.- №5.- С.107-114.
5. Balaganskii I. A., Agureikin V. A., Razorenov S. V., and Utkin A. V. Effect of an Inert High-Modulus Ceramic Wall on Detonation Propagation in Solid Explosive Charges //Combustion, Explosion, and Shock Waves, Vol. 30, No. 5, 1994, p.p. 674-681.
6. Balagansky I.A., Balagansky A.I., Kobilkin I.F, Nosenko N.I. Influence of High Explosive Charge Shell on Detonation Front Shape // Proceedings of International Conference ‘VIII Zababakhin’s Topical Scientific Readings’, Sneginsk, 2006.- www.vniitf.ru/rig/konfer/8zst/s2/2-17.pdf, pp.1-7.

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

Балкен Д.Б., Нягулов М.Р.
mixael.sf@gmail.com

Биоритмология – это одна из самых молодых и быстро развивающихся наук. Она изучает циклические биологические процессы, происходящие в живом организме. Все живые существа обладают способностью ритмической организации физиологических функций. Эта способность обеспечивает высокое совершенство адаптации организма к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды. На организм постоянно оказывают воздействие различные внешние и внутренние факторы. И если влияние очевидных и видимых факторов на организм изучено весьма подробно, то влияние таких факторов как ПРФ (природный радиационный фон), электромагнитных излучений, гравитации и т.д. до сих пор не разобрано столь же подробно. Хотя уже понятно, что эти факторы оказывают существенное воздействие на организм человека.

Вся биосфера, постоянно облучается атомной ионизирующей радиацией. На биосферу непрерывно воздействуют космические излучения, α -, β - и γ -излучения многочисленных радионуклидов, рассеянных в земных породах, воде подземных источников, рек, морей и океанов, в воздухе и входящих в состав живых организмов. Совокупность этих облучений получила название природного, или естественного, радиоактивного фона (ПРФ). Из полученных данных можно говорить о том что в разных регионах различие между уровнем ПРФ бывает просто огромно.

Из последних данных известно, уровень ПРФ может влиять негативно на организм человека, если он существенно занижен (замедляет рост клеток, влияет на процессы эмбрионального развития, рост и развитие молодого организма), однако в тоже время имеет и положительный эффект в случае увеличения его до разумных пределов. Можно предположить определенную взаимосвязь ПРФ с биоритмами человека. Большинство процессов происходящих в организме происходят циклично и в некоторой степени связаны с процессами деления и размножения клеток, что естественно влияет на обмен веществ, рост и развитие организма. То есть, если повлиять на процесс деления клеток, то это скажется на всем организме в целом, цикличность нарушится и возникнет необходимость привыкать к новому циклу, что в свою очередь приведет к стрессу и истощению организма. На основании обзора установлено, что ПРФ напрямую влияет на рост и деление клеток при низком фоне природной радиации рост замедляется и цикличность нарушается что бьет по организму в то же время как повышенная ПРФ(в разумных пределах) наоборот ускоряет

организм, повышает сопротивление организма болезням и т.д. Также нельзя не заметить, что множество курортов находятся в местах с повышенным ПРФ (Швейцария, Цхалтубо, Пятигорск, Белокуриха, Браубах, Висбаден, Баден-Баден, Бадгайстан), и о таком способе лечения и профилактики болезней, как радоновые ванны (инертный газ образуется посредством распада радия, радиоактивен).

В работе проведено исследование влияния ПРФ в разных регионах планеты на биологические ритмы человека. В заключении выполнено сравнение ПРФ с высотным ионизирующим излучением, воздействующим на летный персонал. Выявлены общие закономерности влияния повышенного или пониженного ионизирующего излучения на организм человека которые позволяют модернизировать системы жизнеобеспечения летательных аппаратов.

Библиографический список:

1. Дьяченко Ю. В. Системы жизнеобеспечения летательных аппаратов : учебное пособие для 2-4 курсов ФЛА (специальности 130100, 130300, 131100) дневного отделения / Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, А. В. Чичиндаев. - Новосибирск, 2003. - 511 с. : ил., табл.

2. Здоровье и радиация /Сост. А.В. Чичиндаев.- Новосибирск: НГТУ, 1995.

3. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его назначение для биосферы Земли.- М.: Наука, 1991.

4. Перцов Л.А. Природная радиоактивность биосферы.- М.: Атомиздат, 1964.

5. Букина Е.А., Чичиндаев. А.В. Синергетические основы валеологии.- Новосибирск:НГТУ, 2000.

УДК 621.9.014

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Баранов П.А.

baranovns@gmail.com

Большинство деталей в машиностроении изготавливаются методами обработки резанием. Эффективность процесса высокоскоростной обработки

металлов резанием, определяется не только возможностями оборудования, но и возможностями режущего инструмента. В российской машиностроительной отрасли в большом количестве присутствуют инструменты зарубежного производства, позволяющие повысить эффективность процесса обработки.

Использование дорогостоящего режущего инструмента должно обеспечивать необходимую производительность и качество обработки. Рыночная стоимость таких инструментов высока, они имеют разное качество, и применение таких инструментов должно быть экономически оправдано. Поэтому проведение сравнительных испытаний режущего инструмента, позволит судить о работоспособности инструмента и его качестве.

Проводились испытания режущего инструмента со сменными многогранными пластинами (СМП) из твердого сплава. Для получения результатов и их оценки сопоставлялись режущие свойства СМП двух производителей Sandvik и Seco. Заготовками служили прутки из конструкционной легированной стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71 диаметром 42 мм и длиной 400 мм. Эксперименты проводились на станке СТХ-310 мощностью 11 кВт, обеспечивающим максимальную частоту вращения шпинделя 5000 об/мин.

При выборе пластин руководствовались следующими параметрами: форма пластины, геометрия стружколома, материал пластины, применение при обработке материалов группы ISO P. Характеристики пластин представлены в таблице 1. Точение пластинами проводилось до полного их разрушения (выкашивание режущей кромки, появление сколов). Сравнительные испытания токарных сменных многогранных пластин были проведены в равнозначных условиях, режимы резания подобраны из более высокого диапазона, рекомендуемого производителями инструмента с целью сокращения времени на проведение испытаний.

Табл. 1- Характеристики СМП

Тип СМП	Производитель	Марка сплава (по ИСО)	Тип покрытия	Область применения
CNMG1 20408- PM GC 4225	Sandvik	4225 (P10-P40)	CVD	Получистовая обработка
CNMG1 20408- M6 TP2500	Seco	TP25 00 (P10- P40)	CVD	Получистовая обработка

При обработке стали 30ХГСА (HB217), относящейся по

классификации ISO к группе P, было проведено сравнение СМП CNMG120408 PM GC 4225 и CNMG120408 M6 TP2500. Обработка проводилась с глубиной резания $t = 2,5$ мм и подачей $s = 0,3$ мм/об, соответствующим условиям полустого точения, с использованием державки DCLNL 2020K12.

В ходе испытаний одной вершиной режущей кромки каждой СМП было сделано по 8 проходов. Затем было оценено состояние режущей кромки. На рис. 1 и рис.2 показан достигнутый износ задней поверхности пластин после 8 проходов. В процессе резания образовывалась элементная стружка (рис.3).

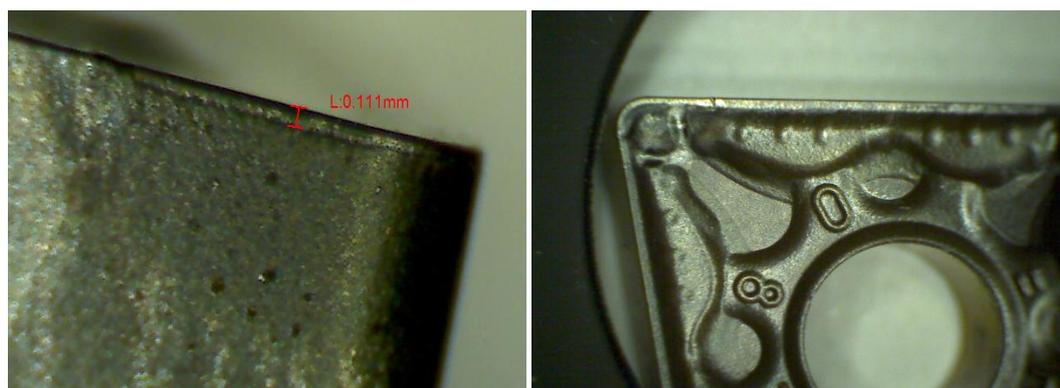


Рис.1 Состояние режущей кромки пластины CNMG120408-M6 TP2500 при обработке стали 30ХГСА

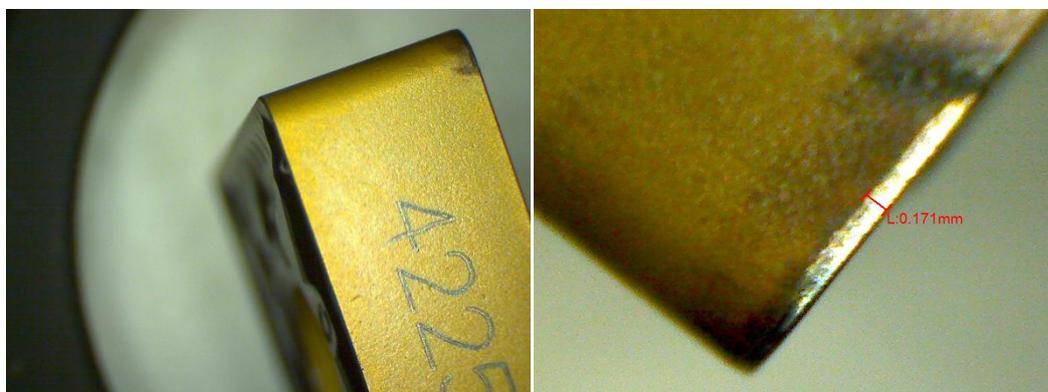


Рис.2 Состояние режущей кромки пластины CNMG120408-PM GC 4225 при обработке стали 30ХГСА



Рис.3 Форма стружки, полученной при точении стали 30ХГСА

Всего при точении до выкашивания режущей кромки пластинами было сделано 16 проходов (№1) и 18 проходов (№2). Суммарная длина обработки для одной пластины составила $L=3,2$ м, а для другой $L=3,6$ м. Общее время работы для пластины CNMG120408-M6 TP2500 $T=6,26$ мин, а для CNMG120408-PM 4225 $T=8,68$ мин. Невысокую стойкость пластин можно объяснить увеличенными режимами резания для сокращения времени проведения испытаний инструмента.

Для получения достоверного результата было проведено три эксперимента. Поэтому результаты испытаний, представленные в таблице 2 являются средним значением.

Табл.2. Условия и результаты экспериментов

Общее число проходов	Начальный/конечный диаметр обработки, мм	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина обработки, мм	Время работы, мин	
CNMG120408 PM GC 4225						
6	1	42/28	25	18	$\Sigma L=320$	$\Sigma T=6,2$
		0	95-2842	0	6	
CNMG120408 M6 TP2500						
8	1	42/28	25	18	$\Sigma L=360$	$\Sigma T=8,6$
		0	95-2842	0	8	

Сравнительные испытания токарных сменных многогранных пластин

показали пластина №2 имеет ряд преимуществ. Стойкость у этой пластины выше, использование её в процессе резания более производительно, объем снятого материала пластиной №2 составляет $V=1627,5$ см³, против $V=1173,7$ см³ у №1. Твердый сплав TP2500 является более износостойким, чем сплав GC 4225. К тому же сплав GC 4225 более хрупкий (выкашивание режущей кромки появилось раньше). Геометрия стружколома является оптимальной на обеих пластинах и способствует качественному стружкообразованию. Пластина №2 имеет более высокий запас прочности режущей кромки, а значит, может выдерживать большие нагрузки. По результату проведённых испытаний следует вывод, что обе пластины обладают достаточным качеством и являются конкурентоспособными, но все же использование пластины №2 позволит повысить эффективность процесса резания. Определяющим фактором для потребителя будет стоимость, а стойкость инструмента и производительность процесса резания будет определяться режимами резания, назначаемыми технологами в зависимости от состояния поставки материала.

Для получения более достоверных результатов сравнительных испытаний токарного инструмента с СМП из твердого сплава, в перспективе необходимо провести эксперименты при обработке материалов группы ИСО М или ИСО S.

Библиографический список:

1. Замещение импорта инструментов с СМП при производстве машиностроительной продукции в условиях малого инновационного предпринимательства [Текст] / А. А. Пряжникова, Е. В. Сорокин // Ползуновский альманах. - 2010. - № 2. - С. 292-296: ил.

УДК 53.06

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕТОНАЦИИ
МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ
МЕТИЛАЦЕТИЛЕН-АЛЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ (МАФ-газ)**

Институт гидродинамики имени М. А. Лаврентьева СО РАН,
г. Новосибирск

Батраев И.С., Рыбин Д.К., Ульяницкий В.Ю.
boy_biker@mail.ru

За последнее десятилетие МАФ-газ произвел революцию в области газопламенной резки различных металлов. С каждым годом МАФ-газ более интенсивно вытесняет с рынка газовых топлив сильно распространенный и одновременно дорогой, токсичный, и очень опасный в обращении газ ацетилен.

Стоит отметить что, по своим термодинамическим характеристикам МАФ-газ приближается к характеристикам газа ацетилен, а в отдельных случаях, даже превышает некоторые значения термодинамических параметров газа ацетилен. МАФ-газ является более дешевым топливом, обладает низкой взрывоопасностью (класс 4), в отличие от ацетилена (класс 1), не наносит сильного вреда экологии, так как является продуктом крекинга нефти.

С позиции детонационного напыления данный газ долгое время вызывал интерес сибирских ученых. В лаборатории детонационных течений (ЛДТ) под руководством Ульяницкого В.Ю. в 2014 году были проведены эксперименты по исследованию процесса детонации МАФ/кислородных смесей в широком диапазоне концентрационных соотношений топливных компонент. Для численного расчета параметров продуктов детонации различных газовых топлив была задействована программа равновесных расчетов DETON, позволяющая рассчитать значения различных термодинамических параметров смесей в широком диапазоне концентрационных соотношений топливных компонент. Наиболее важными параметрами при детонационном напылении являются: скорость детонации,

температура и динамический напор продуктов детонации. В результате численного расчета были получены необходимые зависимости скорости детонации, температуры и динамического напора продуктов детонации от количества содержания кислорода в смеси для трех различных газовых топлив – ацетилен/кислородных, МАФ/кислородных, пропан/бутан кислородных топлив. По результатам численного расчета установлено, что МАФ/кислородные смеси по своим термодинамическим характеристикам занимают промежуточное положение между ацетилен/кислородными и пропан-бутан/кислородными смесями. Также сделан вывод о том, что применять МАФ-газ в качестве топлива для детонационного напыления возможно. Результаты численного расчета представлены на рисунках 1-3.

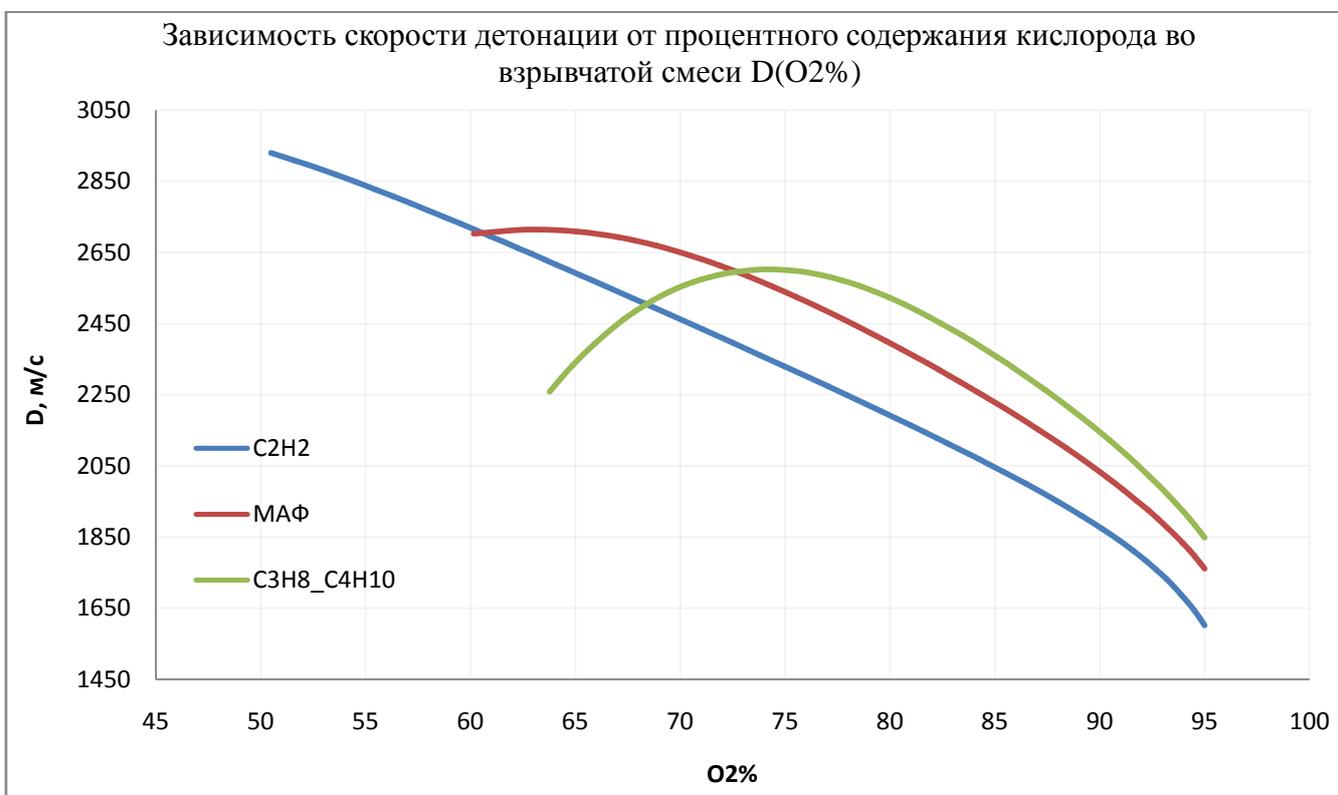


Рис.1. График зависимости скорости детонации [D] от содержания кислорода для газа ацетилен, пропан/бутан и МАФ.

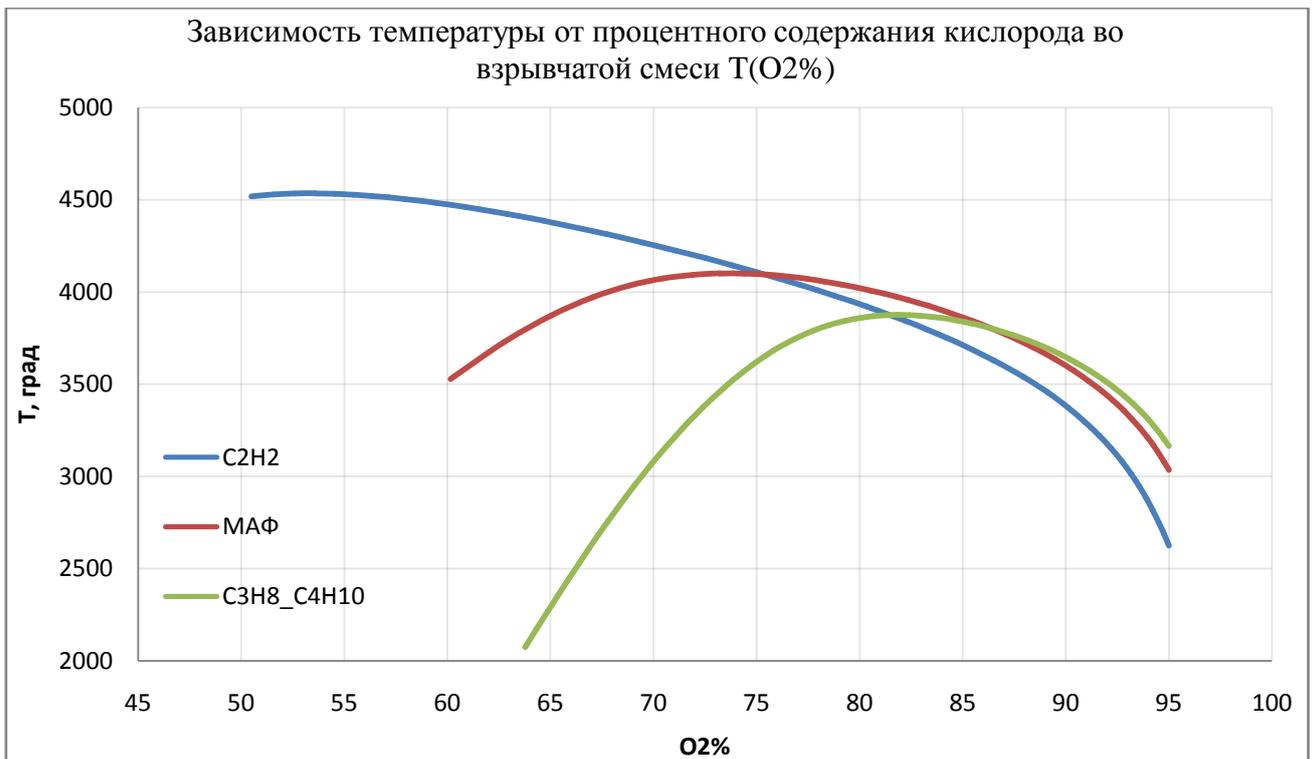


Рис. 2. График зависимости температуры [Т] от содержания кислорода для газа ацетилен, пропан/бутан и МАФ.

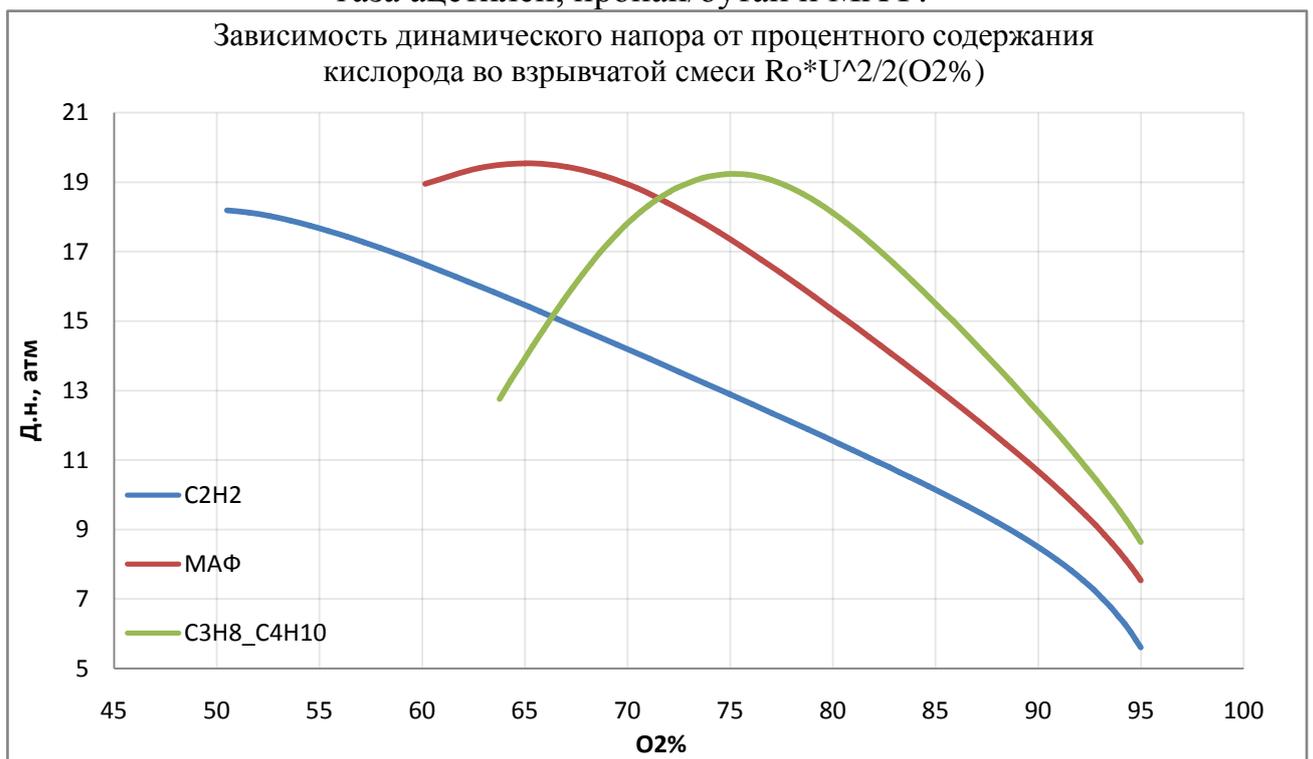


Рис. 3 . График зависимости дин. напора [Д.н.] от содержания кислорода для газа ацетилен, пропан/бутан и МАФ.

Для подтверждения полученных численных данных на базе комплекса CDDS2000 был разработан экспериментальный детонационный стенд, позволяющий регистрировать особенности развития фронта вблизи камеры зажигания, а также определять экспериментальную скорость детонации на

трех участках. В результате был проведен эксперимент по определению скорости детонации и изучению структуры ячеистого фронта вблизи камеры зажигания. Установлено, что отклонение полученного экспериментального значения скорости детонации от расчетного значения не превышает погрешности эксперимента (5%). Также необходимо было установить реальные пределы детонации МАФ/кислородной смеси. По результатам проведенного эксперимента установлено, что МАФ/кислородная смесь не способна достигать критических (спиновых) режимов детонации при инициировании системой зажигания ИГДА (Импульсный газодетонационный аппарат).

Для определения пределов детонации МАФ/кислородных смесей был предложен и разработан метод возбуждения детонации в канале ствола путем стратификации зарядов по каналу ствола детонационной пушки – форсажный режим. Суть метода заключается в заполнении легко детонирующей смесью камеры зажигания и определенной длины ствола, а основная сильно обедненная или сильно обогащенная смесь заполняет оставшийся объем ствола. Установлено, что применение такого метода позволяет достигать критических (спиновых) режимов детонации, и возбуждать самоподдерживающуюся детонацию во всем исследуемом диапазоне концентрационных соотношений без перехода горения в детонацию (ПГД).

Следующим шагом в исследовании была отработка режимов напыления для различных порошковых материалов при использовании в качестве топлива МАФ-газ, и возбуждении детонации смеси с помощью «форсажного» режима. В таблице 1 представлены выбранные порошковые материалы для напыления.

Табл. 1.Список выбранных порошковых материалов для напыления.

Порошковый материал	обозначение	Размер фракции
Нержавеющая сталь	20X13	20-63 мкм
Хромникелевый сплав	H80X20	20-80 мкм
Сплав	NiCrSiFe	10-30 мкм
Высоколегированный чугун	ЧН15Д7	20-63 мкм
Карбид вольфрама с кобальтовой связкой	ВК-25М	20-63 мкм

Далее полученные образцы были подвергнуты механическим испытаниям. Определялись такие механические свойства покрытий как: пористость, твердость, микротвердость, адгезия и износостойкость. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Табл. 2. Полученные данные после полного цикла испытаний образцов.

Порошок	L, мм	О/С	КИП, %	Hr а	Износ, мг/200 об.	Адгезия, МПа	Микротвердость, HV300	Пористость, %
NiCr	200	маф	75	68	52	105	300	1
		маф	78	63	54	100	350	1
	300	маф	71	65	58	102	300	1
		маф	73	63	60	98	350	1
ПР-НХСР	200	маф	85	80	76	97	700	1
	300	маф	82	80	76	95	700	1
20X13	200	маф	83	75	27	99	500	1
	300	маф	82	74	25	95	500	1
ЧН15 Л7	200	маф	75	74	81	95	500	2
	300	маф	75	74	81	94	500	2
БраЖ	200	маф	84	65	163	93	300	<0,5
ВК-25	200	маф	35	82	15	200	900	<0,5
	200	маф	35	83	13	210	900	<0,5

Заключительным этапом данного исследования была реализация опытного напыления для восстановления работоспособности деталей различного хозяйственного и промышленного оборудования. На стенде CDDS2000 реализовано напыление восстановительного покрытия из композитного материала на поверхность шейки коленчатого вала автомобиля. Подложка такого материала выполнена в виде тонкого слоя металлокерамического композита (ВК-25) с рекордной прочностью сцепления порядка 200 Мпа, а основной восстанавливающий и упрочняющий слой формируется из самофлюсующегося никель-хромового сплава (ПР-НХСР). Также произведено опытное напыление восстанавливающего слоя на посадочные поверхности крышки генератора и подшипник качения. На рисунке 4 изображен коленчатый вал после напыления восстанавливающего покрытия.

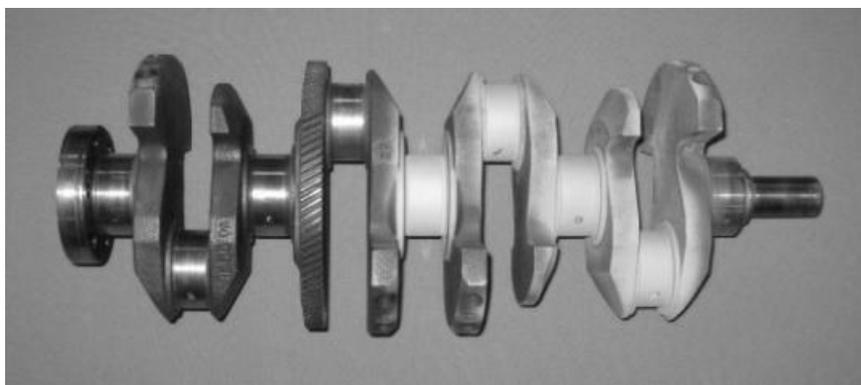


Рис. 25 – Коленчатый вал двигателя после напыления восстановительного покрытия.

Библиографический список:

1. Ulianitsky V.Yu., Shtertser A.A., Zlobin S.B. and Smurov I.Yu. Computer-Controlled Detonation Spraying: From Process Fundamentals Toward Advanced Applications // Journal of Thermal Spray Technology. 2011, Vol. 20, Issue 4, P. 791-801.
2. Ульяницкий В.Ю., Кирякин А.Л., Штерцер А.А., Злобин С.Б. Установка для детонационного напыления покрытий. Патент РФ № 2399430, опубл. 20.09.2010, бюл. № 26.
3. Ульяницкий В.Ю., Кирякин А.Л., Штерцер А.А., Злобин С.Б. Установка для детонационного напыления покрытий. Патент РФ № 2399431, опубл. 20.09.2010, бюл. № 26.
4. Николаев Ю.А., Топчян М.Е. Расчет равновесных течений в детонационных волнах в газах // Физика горения и взрыва. – 1977. – Т. 13, № 3. – С. 393-404.

УДК 621.7.04

**ОБ ОДНОМ ИЗ ПОДХОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-
ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АВИАЦИОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Бачурин А. С., Меньшиков Д. В., Курлаев Н. В.

Bachurin.a.s@yandex.ru

Ключевыми факторами эффективности современного машиностроительного производства являются сжатые сроки и высокое качество его технологической подготовки, включающей выбор заготовок оптимальных размеров, нормирование расхода основных и вспомогательных материалов, разработку технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц, проектирование и изготовление средств технологического оснащения и т.д. Удельная доля технологической подготовки производства (ТПП) в общем объеме всей трудоемкости подготовки производства составляет от 50 до 80% [1]. Таким образом, насколько качественно выполнена ТПП, зависят как эффективность производства, так и качество выпускаемых изделий. На решение данной проблемы направлена PLM-стратегия производства промышленных изделий, которая базируется на едином представлении информации об изделии на всех стадиях его жизненного цикла. Поддержка PLM-решений выполняется системами автоматизации процессов проектирования (CAD/CAM/CAE и др.) и коллаборативными PDM-системами [2].

Один из возможных вариантов реализации PLM стратегии технологической подготовки заготовительно-штамповочного производства (ЗШП) на единой платформе представлен в данной работе. Рассматриваемый вариант основывается на PDM системе TeamCenter в связке с CAD/CAM/CAE системой NX. Рассмотрим подробнее концептуальную схему модели данных технологического процесса (ТП) ЗШП в структуре PLM-решения, разработанную авторами и представленную на рисунке 1. представлена схема для наиболее сложного варианта, – с использованием ЧПУ оборудования. Управление данными об изделии осуществляется при помощи PDM системы TeamCenter. Данная система позволяет реализовать организационную структуру и структуру предприятия, а также набор шаблонов упрощающих процесс создания новых технологических процессов (ТП), сокращая время подготовки производства. На основе разработанных шаблонов создается структура электронного технологического процесса, который содержит все необходимые блоки данных: блок операции, переходов, нормирования, потребляемых ресурсов и т.д.

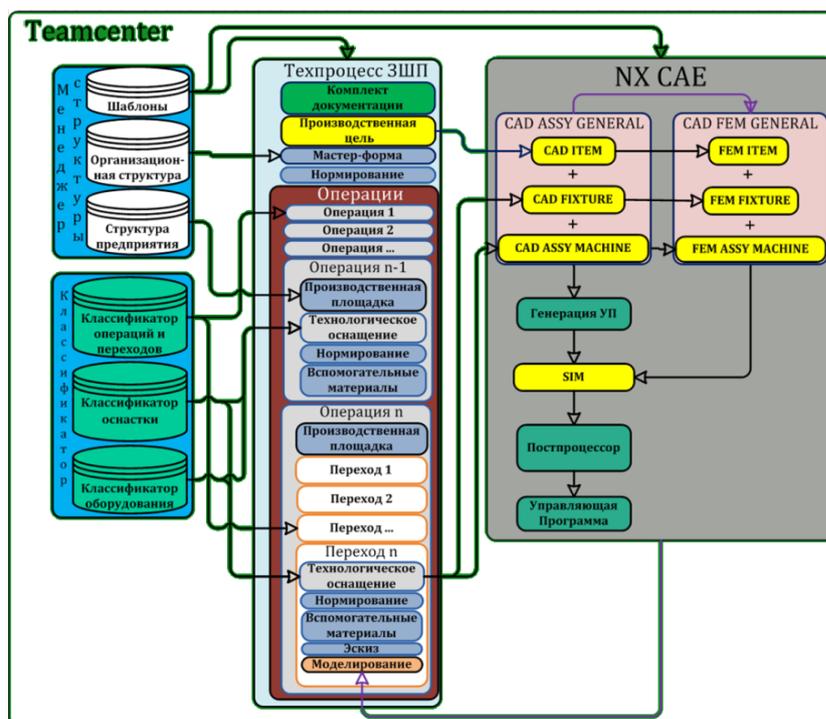


Рис.1. Схема ТП ЗШП в структуре PLM решения

Для ускорения разработки техпроцессов и сокращения затрат, необходимо по максимуму использовать нормативно-справочную информацию (НСИ). Для решения этой задачи привлекается приложение «Классификатор». В приложении «Классификатор» реализуются три основные библиотеки НСИ: классификатор операций и переходов; классификатор оснастки; классификатор оборудования. Объекты хранения классификатора оборудования, интегрированы и имеют связь со структурой предприятия для удобства назначения ресурсов. Так при наличии назначенной мастерской, в которой выполняется операция, пользователь

будет иметь в распоряжении только те технологические ресурсы, которые находятся в распоряжении данной мастерской, а значит будет возможность оценить нагрузку на оборудование, и иметь возможность точного планирования и нормирования.

Следующей не маловажной библиотекой является классификатор оснастки. Использование стандартной библиотеки позволит всегда использовать только то технологическое оснащение, которое имеется в распоряжении, рекомендованное для поставок и однозначно определяемое.

Классификатор операций и переходов, позволяет формализовать задачи структурного и параметрического синтеза в рамках универсальных типовых решений. Это даёт возможность в дальнейшем решать задачи автоматического формирования типовых решений на уровне ТП для частных случаев конкретного производства [3]. А это означает использование стандартных наименований, формулировок и даже содержание данных объектов. Что позволяет значительно снизить количество ошибок вносимых человеком, ускорить заполнение, снизить количество используемых бумажных справочников.

Однако современное производство это не только электронное представление ТП и высокий уровень компьютеризации, это и большое количество оборудования с ЧПУ. Оборудование ЗШП не является исключением, программное управление все шире применяется, в том числе и на обтяжных прессах. Подобное оборудование требует написание управляющих программ (УП). Процесс создания УП является достаточно трудоемким. Различают два основных способа создания УП: опытный и расчетный. Опытный основывается на ручном управлении ЧПУ пресса с последующей записью УП, которую в случае успешного результата возможно использовать повторно. Существенным недостатком является большое число попыток, занятость оборудования в процессе отработки. Расчетный способ основывается на генерации перемещений рабочих органов станка на основе геометрии пуансона, подробно эта процедура отражена в работах профессора Одингга С.С. [4,5]. Однако всегда остается опасность технологических отказов. Поэтому требуется применения CAE пакетов для верификации УП. Стандартным решением компании Siemens, в плане интеграции с Teamcenter, является NX. Данное ПО представляет собой CAD/CAM/CAE систему с широкими возможностями.

В разработанной схеме NX получает из PDM системы шаблоны ТП, технологическое оснащение, которое включает в себя технологическую оснастку, технологическое оборудование, а также производственную цель, т.е. 3D модель пуансона, заготовки и станка. На основании этих данных выполняется расчет процесса формообразования и генерация УП. Результатом данного этапа является непосредственно УП соответствующая шаблону и технологическому оснащению. После получения УП средствами системы TeamCenter создается комплект документации и отправляется на процесс согласования и утверждения.

Методология моделирования реализована с использованием

функциональных возможностей системы NXCAE [6]. Применяемый подход основывается на организации автоматизированных типовых расчетов процесса формообразования обтяжкой для конкретного ТП.

Процедуру выполнения расчета формообразования обтяжкой методом конечных элементов в NXCAE условно можно разбить на несколько этапов (Рис. 2):

1. создание идеализированной геометрической модели – для эффективного применения метода КЭ должна быть построена корректная и по возможности упрощенная геометрическая модель.

2. создание КЭ модели

3. создание расчетной модели – для разработанной КЭ модели определяются граничные и начальные условия, а также опции решателя. Также на данном этапе выполняется генерация траектории движения рабочих органов пресса.

5. Численное решение задачи и анализ полученных результатов – на данном этапе выполняется решение задачи, а затем проводится анализ пружинения заготовки и оснастки, принимается решение о повторной итерации расчета с измененными параметрами, т.е. повторно выполняется этап по построению расчетной модели и регенерации траектории с учетом получившихся результатов или же о принятии текущей траектории.

6. Генерация УП – на данном этапе происходит генерация УП для пресса в машинных кодах.

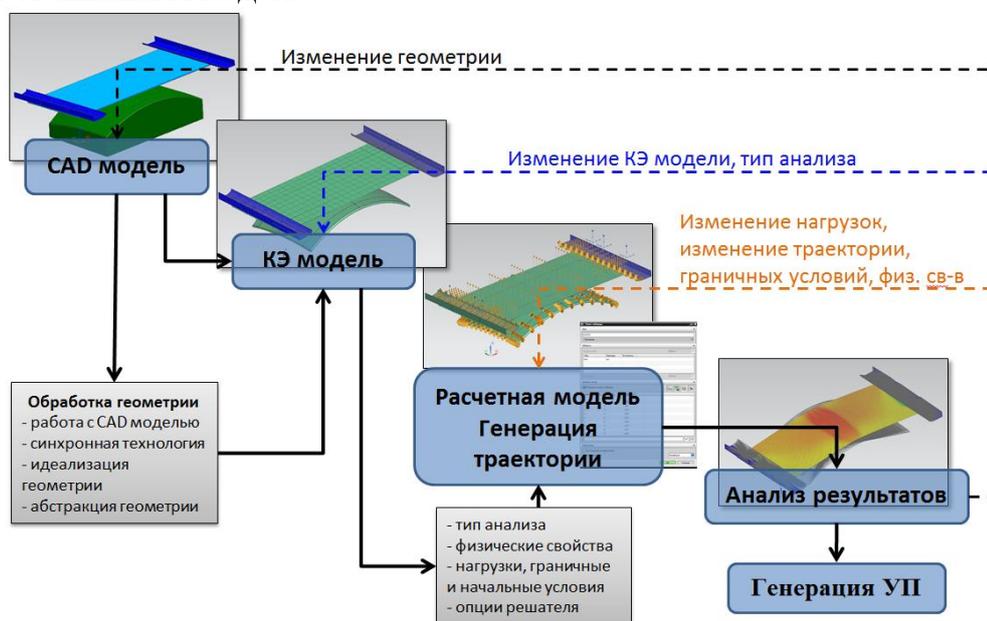


Рис.2. Графические иллюстрации к серии расчетов

Гибкость и наличие широких функциональных возможностей предложенной схемы, работающей в связке с PDM-системой TeamCenter, а также тесная интеграция с CAD/CAM/CAE – системой NX, позволяет реализовать различные подходы для решения задач автоматизации ТПП и учитывать особенности организации производственных процессов в рамках конкретного предприятия. Использование конечно-элементного моделирования, в предложенном подходе, несет в себе сокращение издержек, а также повышение качества и производительности процесса технологической подготовки производства деталей на оборудовании с ЧПУ в условиях распределенной информационно – технологической среды:

Библиографический список:

1. Шендра В. Технологическая подготовка производства: пути повышения эффективности / Шендра В. // САПР и графика. 2011, №9.
2. Кошелев В. Что такое PLM? / Кошелев В., Молочник В. // САПР и графика. 2010, №10.
3. Серебряков А. А. Библиотека технологических решений как инструмент автоматизации технологической подготовки производства / Серебряков А. А. // САПР и графика. 2008. №5. стр.70-74.
4. Одинг С.С. Компьютерное управление процессом формообразования методом продольной обтяжки / Одинг С.С., Некрасов Ю.В. // Кузнечно-штамповочное производство. 1996, №3. стр.20-23.
5. Одинг С.С. Управление процессом формообразования обшивок двойной кривизны на обтяжном оборудовании с программным управлением / Одинг С.С.// Изв. Вузов. Авиационная техника. 1987. №3, стр.47-51.
6. Гончаров П. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. С., Артамонов И. А., Халитов Т. Ф., Денисихин С. В., Сотник Д. Е. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.: ил.

УДК 346.52

**ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ НЕМАТЕРИАЛЬНЫМИ АКТИВАМИ
НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Белкин Е. В., Жуков Е. А.

belichtheos@mail.ru

Под объектами интеллектуальной собственности (интеллектуальных прав) понимаются признанные законодателем (статьи 129, 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации – далее ГК РФ) результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства

индивидуализации, на которые также распространяется правовая охрана [1, 2]. Некоторые ученые полагают, что к числу нематериальных активов могут быть отнесены только объекты интеллектуальных прав, по сути отождествляя эти два понятия. Другие, указывают на более широкое определение нематериальных активов, в число которых включаются: «установившиеся деловые связи бизнеса, приобретенную в глазах потребителей и заказчиков бизнеса репутацию, сложившуюся клиентуру, имидж управляющего персонала и сотрудников, возможность приобретения связей, наличие внеконтрактных отношений с потенциальными заказчиками, базы данных, секреты, незарегистрированные товарные знаки, незапатентованные технологии и другие», которые по мнению Е.А. Ершовой «входят в систему гудвилл бизнеса» [4].

В 1986 г. Комитетом Американского общества по оценке бизнеса гудвилл был определен как нематериальный актив, который возникает в результате использования имени, репутации, внимания заказчиков или клиентов, места расположения, выпускаемой продукции или услуг и других сходных факторов, которые не могут быть идентифицированы отдельно от фирмы, но которые имеют материальное выражение и способны производить дополнительные экономические ценности [5].

Объект интеллектуальных прав (интеллектуальной собственности) представляет собой разновидность объектов гражданских прав, и соответственно, ему присущи как общие черты, характерные для всех объектов гражданских прав, так и индивидуальные особенности, выделяющие этот вид объектов в самостоятельную группу [6].

При этом в науке понятие «объект» определяется как часть материального и духовного мира, на которую направлена познавательная и преобразующая деятельность субъекта [7].

О.С. Иоффе под объектом гражданских прав понимал те общественные отношения, которые подвергаются регулирующему воздействию норм гражданского права [8].

Согласно Положению по бухгалтерскому учету «Учет нематериальных активов» утвержденного приказом Минфина РФ (далее – ПБУ 14/2007 «Учет нематериальных активов») к нематериальным активам относятся: произведения литературы, науки и искусства; программы для ЭВМ; изобретения; полезные модели; селекционные достижения; секреты производства (ноу-хау); товарные знаки и знаки обслуживания, а также деловая репутация, возникшая в связи с приобретением предприятия как имущественного комплекса (в целом или его части), которые представляют из себя объекты гражданских прав и находят свое регулирование в ГК РФ [9].

В п.3 ПБУ 14/2007 «Учет нематериальных активов» содержится правило, что для принятия к бухгалтерскому учету объекта в качестве нематериального актива необходимо единовременное выполнение следующих условий:

а) объект способен приносить организации экономические выгоды в будущем, в частности, объект предназначен для использования в

производстве продукции, при выполнении работ или оказании услуг, для управленческих нужд организации либо для использования в деятельности, направленной на достижение целей создания некоммерческой организации (в том числе в предпринимательской деятельности, осуществляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации);

б) организация имеет право на получение экономических выгод, которые данный объект способен приносить в будущем (в том числе организация имеет надлежаще оформленные документы, подтверждающие существование самого актива и права данной организации на результат интеллектуальной деятельности или средство индивидуализации - патенты, свидетельства, другие охранные документы, договор об отчуждении исключительного права на результат интеллектуальной деятельности или на средство индивидуализации, документы, подтверждающие переход исключительного права без договора и т.п.), а также имеются ограничения доступа иных лиц к таким экономическим выгодам;

в) возможность выделения или отделения (идентификации) объекта от других активов;

г) объект предназначен для использования в течение длительного времени, т.е. срока полезного использования, продолжительностью свыше 12 месяцев или обычного операционного цикла, если он превышает 12 месяцев;

д) организацией не предполагается продажа объекта в течение 12 месяцев или обычного операционного цикла, если он превышает 12 месяцев;

е) фактическая (первоначальная) стоимость объекта может быть достоверно определена;

ж) отсутствие у объекта материально-вещественной формы.

Как следует из судебной практики, зачастую споры возникают из-за невозможности определения фактической (первоначальной) стоимости объекта.

В качестве примера можно привести следующее дело [10]. Обществом были проведены сейсморазведочные работы, обработка и интерпретация данных, а также работы по составлению информационного отчета. Затраты на которые они отнесли к расходам на создание нематериального актива. Суд установил, что не представлялось возможным достоверно определить первоначальную стоимость объекта (по мере проведения работ стоимость объекта постоянно увеличивалась), указав при этом, что такие затраты отражаются в бухгалтерском балансе отдельной статьей как расходы будущих периодов.

По мнению Б.Б. Леонтьева «объект интеллектуальной деятельности имеет, как минимум, три группы критериев: технические (или художественные), юридические и экономические» [11]. Такие критерии позволяют оценщику установить действительную ценность оцениваемого объекта. Экономико-правовые отношения здесь взаимосвязаны, но важно установить срок действия и качество правовой охраны. Чем качественней обеспечена правовая охрана, тем эффективней может быть защита от недобросовестных пользователей.

В этих целях руководству предприятия необходимо организовать взаимодействие высококвалифицированных инженеров, ученых, патентоведов и юристов, для установления должной правовой охраны и защиты объектов интеллектуальной собственности.

Профессиональными оценщиками выработано множество методов в оценке нематериальных активов [12].

Нематериальный актив принимается к бухгалтерскому учету (документированной систематизированной информации об объектах) по фактической (первоначальной) стоимости, определенной по состоянию на дату принятия его к бухгалтерскому учету. Такая стоимость определяется в денежном выражении и равна величине оплаты (или кредиторской задолженности), уплаченной или начисленной лицу при приобретении, создании и обеспечении условий для использования актива.

ПБУ 14/2007 «Учет нематериальных активов» определяет перечень возможных расходов на приобретение нематериального актива, а так же перечень расходов при создании нематериального актива.

В случае внесения нематериального актива в уставный фонд, паевой фонд, уставный капитал организации его фактической (первоначальной) стоимостью признается его денежная оценка, согласованная учредителями (участниками) организации, если иное не предусмотрено законодательством РФ.

В случае получения организацией по договору дарения нематериального актива его фактическая (первоначальная) стоимость определяется из его текущей рыночной стоимости. При этом она может быть определена на основе экспертной оценки.

Что касается деловой репутации, то её стоимость определяется как разница между покупной ценой приобретения предприятия (как имущественного комплекса (в целом или его части)), и суммой всех активов и обязательств по бухгалтерскому балансу на дату его покупки (приобретения).

Изменение фактической (первоначальной) стоимости нематериального актива, по которой он принят к бухгалтерскому учету, допускается в случаях переоценки и обесценения нематериальных активов.

Переоценка допускается не чаще одного раза в год. Переоценка нематериальных активов производится по текущей рыночной стоимости путем перерасчета их остаточной стоимости. Результаты проведенной по состоянию на конец отчетного года переоценки нематериальных активов подлежат отражению в бухгалтерском учете обособлено.

В случае предоставления права использования результата интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации нематериальные активы не списываются и подлежат обособленному отражению в бухгалтерском учете у правообладателя. Пользователь же учитывает полученные в пользование нематериальные активы на забалансовом счете в оценке, определяемой исходя из размера вознаграждения, установленного в договоре.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что объекты

интеллектуальных прав по своей правовой природе соответствуют критериям их отнесения к нематериальным активам, однако не каждому такому объекту присуща экономическая основа. Насчет иных, менее формализованных объектов (гудвилл, деловая репутация и т.д.), могут возникнуть затруднения при оценке их рыночной стоимости и надлежащем учете.

Библиографический список:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 22.10.2014 г.) // СПС «Консультант плюс»
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 г. № 230-ФЗ (ред. от 31.01.2014 г.) // СПС «Консультант плюс»
3. Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» // СПС «Консультант плюс»
4. Ершова Е.А. Гудвилл бизнеса. – М., 2013 // СПС «Консультант плюс», С. 5
5. Цит. по: Cole S.R. Business Valuation: No Agreement, No Sale. P. 51.
6. Кондратьева Е.А. Объекты интеллектуальных прав: особенности правовой охраны, 2014 // СПС «Консультант плюс», С 2.
7. Цит. по: Сычев Н.И. Объективное и субъективное в научном познании. – Ростов н/Д, 1974. – С. 21.
8. Цит. по: Иоффе О.С. Правоотношения по советскому гражданскому праву. – Л., 1949. – С. 85-86.
9. Приказ Минфина РФ от 27.12.2007 N 153н "Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету "Учет нематериальных активов" (ПБУ 14/2007)" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.01.2008 N 10975) // СПС «Консультант плюс».
10. Постановление 15 арбитражного апелляционного суда от 20.09.2012 № 15АП-9896/2012, 15АП-10418/2012 по делу N А53-22519/2011.
11. Леонтьев Б.Б., Мамаджанов Х.А. Принципы и подходы к оценке интеллектуальной собственности и нематериальных активов. Учебное пособие. – М.: Изд-во «Ринфо», 2003.
12. Мамаджанов Х.А. Методологические особенности применения доходного подхода к оценке интеллектуальной собственности и нематериальных активов // Вопросы оценки. – 2011. - № 1. – С. 2-13.
13. Леонтьев Б.Б. Методология и параметры оценки нематериальных активов в Российской Федерации. Международный семинар ВОИС. – Минск, 25-27 мая, 1998. – Документ WIPO-EPO/IP/MSK/98/7.
14. Рейли Р., Швайс Р. Оценка нематериальных активов. – М.: ИД «КВИНТО-КОНСАЛТИНГ», 2005.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

Белоусов А.И., Жуков Е. П.
EgorZhukovPS81@mail.ru

Большая часть проектируемых изделий подвергается прочностному расчёту. Инженерные расчеты конструкций невозможны без сведений о материалах, из которых они изготавливаются.

Все фактические сведения о конструкционных материалах определяют экспериментально. При опытном изучении образцов получают данные об основных механических характеристиках материалов, а также устанавливают степень влияния на них различных внешних факторов. Методы испытаний унифицируются и стандартизируются с целью обеспечения возможности получения сопоставимых данных.

Одной из основных механических характеристик материала является модуль упругости (модуль Юнга), так как для большей части конструкционных элементов в процессе нормальной эксплуатации не допускается неупругое деформирование.

Экспериментальные методы определения модуля упругости разделяются на две группы: статические и динамические. Статические методы основаны на нагружении стандартных образцов квазистатическими нагрузками, измерении деформаций и расчёте модуля упругости. Для получения достаточно точных результатов необходимо добиваться значительных деформаций. При этом возникает опасность выхода из области упругого поведения материала, что особенно актуально для материалов с низкими пределами упругости или при высокотемпературных испытаниях.

Динамические методы основаны на воздействии на образец испытываемого материала малых динамических нагрузок, не вызывающих в нём больших напряжений и деформаций. Возможность применения динамических методов определяется высокой скоростью распространения упругой деформации (в металлах и сплавах ≈ 1000 м/с), поэтому даже при большой скорости нагружения в процессе измерений, упругая деформация успевает полностью произойти.

Динамические методы наиболее применимы для испытаний строительных, звукоизоляционных материалов, горных пород, а также многих других видов материалов, для которых невозможно или нецелесообразно применение статических методов.

Многие из этих материалов имеют нелинейный закон деформирования. Отличительной особенностью динамических испытаний таких материалов является то, что модуль упругости определяется при совместном действии постоянной статической и динамической нагрузок. Величина статической

нагрузки устанавливается соответствующей нормативной документацией (ОСТ, СНИП) для изделий из данного вида материала.

В России существует две стандартизованные методики экспериментального определения модуля упругости динамическим методом:

1) ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний.

2) ГОСТ 25095-82. Сплавы твёрдые спеченные. Метод определения модуля упругости (модуля Юнга).

Исходя из возможностей имеющегося в университете оборудования, было решено проводить испытания по методике ГОСТ 16297-80, согласно которой модуль упругости определяется при продольных колебаниях нагруженного образца по величине частоты колебаний, при которой амплитуда ускорения (или скорости, или смещения) становится наибольшей (резонанс).

Для проведения испытаний используется электродинамический вибростенд LDSV650HRA-K с системой управления Laser 6, позволяющей задавать различные параметры испытаний, а также в автоматическом режиме выявлять резонансы.

В ходе работы выполнены испытания по определению модуля упругости экструдированного пенополистирола, а также материала контактных щёток марки ЭГ61А для электродвигателей. Построены и проанализированы математические модели экспериментальных установок. Изучены основные возможности используемого экспериментального оборудования. На базе проведенных исследований составлены методические указания для проведения лабораторных работ у студентов третьего курса.

Библиографический список:

1. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. ИПК издательство стандартов. – М. – Введ. 01.01.81. – 12 с.
2. ГОСТ 25095-82. Сплавы твёрдые спеченные. Метод определения модуля упругости (модуля Юнга). ИПК издательство стандартов. – М. – Введ. 01.01.83. – 7 с.
3. Тимошенко С. П. Прочность и колебания элементов конструкций. – М. Наука, 1975, 704 с.

**УГОЛОВНО-ПРАВОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСТУПЛЕНИЙ,
СВЯЗАННЫХ С НАРУШЕНИЕМ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ
ДВИЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНОГО
ТРАНСПОРТА В РФ**

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Белоусова Е.А.

kay-daes@mail.ru

Преступления, связанные с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации воздушного транспорта – это предусмотренные уголовным законом общественно опасные деяния, посягающие на нормальное функционирование (движение и эксплуатацию) воздушного транспорта и причинившие вред жизни, здоровью граждан либо ущерб имущественного, организационного, морального характера. Данные деяния входят в состав преступлений, предусмотренных главой 27 УК Российской Федерации.

Базовыми документами, регламентирующими безопасность движения и эксплуатации воздушного транспорта, являются Воздушный кодекс РФ [1], «Положение о Федеральном агентстве воздушного транспорта» [2] и «Вопросы федерального агентства воздушного транспорта» [3].

Под воздушным судном понимается летательный аппарат, который держится в атмосфере за счет его взаимодействия с воздухом, отраженным от земной поверхности. При этом не имеет значения их ведомственная принадлежность (за исключением военных летательных аппаратов, нарушение правил безопасности движения и эксплуатации которых образует состав преступления, предусмотренный ст. 351 УК РФ).

Понятием «воздушный транспорт» охватываются все летательные аппараты и средства воздухоплавания: самолёты, вертолёты, дельтапланы, дирижабли, безмоторные аппараты, независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности. К их числу также относится необходимая для их эксплуатации инфраструктура: аэропорты, диспетчерские и технические службы, места для их приземления (аэродромы, вертолетные площадки) с оборудованием, обеспечивающим взлет и посадку летательных аппаратов, включая средства связи и управления воздушным движением, сигнальные огни и т.п.

Нарушения правил безопасности движения представляют собой различные отступления от требований технического обслуживания транспортных средств, использование их не по назначению, допуск к управлению ими лиц, не обладающих необходимой квалификацией, и т.д. Эти правила регламентируют поведение лиц, непосредственно управляющих транспортным средством. К ним относятся, например, несоблюдение пилотом маршрута или эшелона полета на воздушном транспорте, перегрузка транспортного средства пассажирами или грузом на воздушном транспорте, игнорирование требований, предъявляемых к полету и работе

экипажа.

Диспозиция ст. 263 УК РФ является бланкетной, и для определения нарушения правил безопасности движения и эксплуатации транспорта необходимо обращаться к соответствующим правилам, установленным в законах и иных нормативных актах.

Основным объектом преступлений является безопасность движения и эксплуатация воздушного транспорта. В качестве дополнительного объекта выступает жизнь и здоровье людей.

Объективную сторону составляют действия и бездействия, выражающиеся в нарушении правил безопасности движения и эксплуатации воздушного транспорта (например, несоблюдение техники пилотирования – правил управления воздушным движением, правил безопасности эксплуатации аэродромов и т. д.). За бездействие лицо подлежит ответственности только в том случае, если на него была возложена обязанность совершать определенные действия.

Рассматриваемый состав преступления сконструирован законодателем как материальный, что предполагает наступление определенных, указанных в ст. 263 УК РФ, последствий. Такими последствиями закон называет: в ч. 1 – тяжкий вред здоровью человека либо причинение крупного ущерба, в ч. 2 – смерть человека, в ч. 3 – смерть двух или более лиц. Причинение перечисленных последствий при совершении рассматриваемого преступления должно находиться в причинной связи с нарушением соответствующих правил.

Степень вреда здоровью человека, причиненного в результате нарушения правил безопасности движения и эксплуатации воздушного транспорта, определяется в соответствии со ст. 111 УК РФ, «Правилами определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» [4] и «Медицинскими критериями определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» [5].

Под причинением крупного ущерба признается ущерб, сумма которого превышает один миллион рублей.

Субъективная сторона характеризуется неосторожной формой вины в виде легкомыслия или небрежности. Виновный предвидит возможность, но без достаточных к тому оснований самонадеянно рассчитывает на их предотвращение (преступное легкомыслие). При преступной небрежности лицо не предвидит наступления вредных последствий, хотя при необходимой внимательности и предусмотрительности должно было и могло их предвидеть.

Лицо, нарушая правила безопасности движения и эксплуатации воздушного транспорта, предвидит возможность причинения тяжкого вреда здоровью человека, но без достаточных к тому оснований самонадеянно рассчитывает на их предотвращение (при легкомыслии) либо не предвидит наступления вредных последствий, хотя при необходимой внимательности и предусмотрительности должно было и могло их предвидеть (при небрежности).

Субъект преступления специальный. Им является лицо, обязанное в силу выполняемой работы или занимаемой должности соблюдать правила безопасности движения и эксплуатации воздушного транспорта (пилот, штурман самолета, авиационный диспетчер, бортмеханик), а также достигшее возраста уголовной ответственности – 18 лет.

Если лицо не занимает должность и не состоит на работе в государственном или частном предприятии, учреждении или организации, которая обязывала бы его к соблюдению указанных правил, оно не будет субъектом преступления по данной статье. Следовательно, можно сделать вывод, что частные лица, в силу тех или иных причин управляющие транспортным средством (самовольные действия; управление собственным самолетом), в случае причинения ущерба несут ответственность по другим статьям УК РФ (нарушение правил, обеспечивающих безопасную работу транспорта, о преступлениях против личности или собственности). Данное преступление надлежит также разграничивать с должностными преступлениями, в основном – с халатностью, при которой должностное лицо не принимает необходимых мер к предотвращению вреда, но лично не нарушает правил безопасности движения или эксплуатации транспорта.

Библиографический список:

1. Воздушный кодекс РФ от 19.03.1997 г. № 60-ФЗ (в ред. от 14.10.2014 г.) // СПС Консультант Плюс
2. Постановление Правительства РФ «Положение о Федеральном агентстве воздушного транспорта» от 30.07.2004 г. № 396// СПС Консультант Плюс
3. Постановление Правительства «Вопросы федерального агентства воздушного транспорта» от 6 апреля 2004 г. № 172// СПС Консультант Плюс
4. Постановление Правительства РФ «Об утверждении Правил определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» от 17.08.2007 г. № 522 (ред. от 17.11.2011г.) // СПС Консультант Плюс
5. Приказ Минздравсоцразвития РФ «Об утверждении Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» от 24.08.2008 (ред. от 18.01.2012 г.) № 194н, зарегистрированный в Минюсте РФ от 13.08.2008 № 12118// СПС Консультант Плюс

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭНЕРГЕТИКИ

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

Бережинская А.С, Леган М.В., Афанасьева О.С.
legan_ml@ngs.ru

Доля работающих во вредных и опасных условиях труда, не отвечающих гигиеническим нормативам на предприятиях по производству и распределению электроэнергии составляет 34% [1]. На предприятиях энергетики наблюдается рост несчастных случаев (инцидентов), несмотря на, казалось бы, глубокую разработку мероприятий по снижению травматизма (предлагается использование современных средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, модернизация и обновление материально - технической базы, совершенствование технологического оборудования предприятий энергетики, а также улучшение организации работ по профотбору, подготовки и переподготовки кадров). Разработана модель, улучшающая качество работы предприятия в области профилактики травматизма на *базе проведения самооценки* [2,3].

Среди многообразия производственных факторов, приводящих к травматизму, особое место занимают электрические установки, представляя собой *потенциальный тип опасности* для человека, особенно в процессе их эксплуатации или проведении профилактических работ. Среди причин поражения электротоком продолжают превалировать расширение объема задания, ошибочные действия персонала, неприменение средств индивидуальной защиты (СИЗ) [3].

Целью исследования было изучение причин возникновения несчастных случаев (НС) на предприятиях Общероссийского отраслевого объединения работодателей электроэнергетики (Объединение РаЭл) и разработка мероприятий по снижению травматизма.

Полученные результаты

Можно отметить, что общее число *НС* продолжает расти, при этом инцидентов, признанных расследованием как «не связанные с производством» составляет меньшее количество (таблица № 1). В основном это случаи, когда травмирование произошло при следовании пострадавшего на рабочее место (падение зимой), либо во время обеденного перерыва, либо случаи, когда причиной является общее заболевание (инсульт, инфаркт).

Табл.1. Статистика НС по годам

Годы	Всего	Не относящиеся к НС на производстве	Относящиеся к НС на производстве	Связанные с воздействием электрического тока	
				кол-во	%
2009	47	8	39	38	48,7
2010 (кроме апреля - июнь)	42	4	38	12	31,6
1 полугодие 2011	50	2	49	28	57,1
2012	82	14	68	37	54,4
2013	121	16	105	56	53,3

Инциденты, связанные с производством статистически достоверно увеличиваются с 39 в 2009 году до 105 случаев в 2013 году, что подтверждают данные литературы. Таким образом, подтверждается основная проблема, связанная с охраной труда в РФ, и, в энергетике, в частности – рост травматизма на предприятиях. Причем, показано, что более половины Нс связаны с воздействием опасного производственного фактора – *технического электричества*. Представляет интерес разделить все поражения, связанные с воздействием электрического тока на 2 основных вида: непосредственное прикосновение к токоведущим частям и приближение к токоведущим частям на недопустимое расстояние (поражение электродугой) (таблица № 2).

Табл. 2 . Основные причины поражений техническим электричеством

Годы	Связанные с воздействием электрического тока		
	Общее кол-во	Прикосновение к токоведущим частям	Приближение к токоведущим частям на недопустимо малое расстояние
2009	38	18	20
2012	37	24	13
2013	56	24	32

Из таблицы следует, что количество поражений электродугой в 2013 году достоверно увеличивается, что наводит на мысль о возникновении следующих возможных ситуаций: ошибочные действия персонала при подключении оборудования, находящегося под напряжением к заземленным токоведущим частям либо отказ оборудования, имеющий самопроизвольный характер или связанный с действием релейной защиты и автоматики. Таким образом среди факторов опасности, сопровождающих деятельность

персонала в энергетике, *электрическая дуга* занимает одно из первых мест.

Одним из действий электрической дуги, помимо *выделения большого количества энергии* в короткий срок и эффекта *сверхвысоких температур (ожоги тела)* является *выделение озона и угарного газа*, которые связываясь с гемоглобином человека, образуют соединение, переизбыток которого в крови приводит к кислородному голоданию, удушью, и далее к летальному исходу. Судебно-медицинские эксперты в посмертном статусе пострадавшего устанавливают венозное полнокровие внутренних органов, жидкое состояние крови, отёк головного мозга, дистрофию печени. Понятно, что *специальная одежда* для защиты работников от воздействия электрической дуги хоть и не заменит безопасные методы работы, но может снизить степень риска при аварийной эвакуации, повысить шансы пострадавшего на выживание, что соответствует и данным литературы [4].

«Сценарии» электротравматизма персонала стандартны, количество НС, связанных с техническим электричеством не уменьшается, навязанная работодателям услуга в виде обязательной аттестации рабочих мест не привела в масштабах страны к улучшению условий труда, более того, исследования специалистов по охране труда свидетельствуют о несостоятельности СОУТ в том числе из-за отсутствия оценки травмоопасности рабочих мест [5].

Напрашивается вывод о необходимости поиска *альтернативных путей* выхода из колеи производственного травматизма.

Мероприятия по снижению травматизма на предприятиях объединения РаЭл

В нашем случае под моделью совершенствования деятельности предприятия понимается определенная совокупность критериев и составляющих, характеризующих основные компоненты деятельности предприятия в области охраны труда с позиций *менеджмента качества*. Для этой цели предлагаем

использовать так называемый SWOT - анализ, позволяющий оценить исходное состояние работы в области охраны труда, определить *сильные стороны и стороны*, нуждающиеся в улучшении и разработать адекватную политику предприятия по предупреждению производственного травматизма.

Работе в данном направлении помогает и *внедрение системы управления охраной труда* в соответствии с требованиями международного стандарта OHSAS 18001:2007 с проведением сертификационных аудитов на получение сертификата соответствия систем управления требованиям стандарта OHSAS-18001.

Для *обучения* персонала предприятий в рамках проведения *Дней охраны труда, переподготовки и повышения квалификации персонала* предлагается внедрить помимо традиционной подачи материала (в основном, в текстовой форме) *активные и интерактивные методы обучения, такие как: ролевые и деловые игры, метод кейс-стади, компьютерных симуляций, а также технологии e-learning (электронного обучения)*.

Методом выбора является метод обучения, предполагающий *решение конкретных ситуаций*, специально имитирующих внештатные ситуации на предприятии. Для вовлечения обучающихся в учебный процесс необходимо дополнение учебных материалов мультимедийными ресурсами нового поколения, основанными на использовании в учебном процессе компьютерных симуляций, виртуальных 3D миров *с эффектом погружения* (интерактивные тренажеры), которые значительно повышают качество профессиональной подготовки специалистов [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что обеспечение безопасности человека в условиях производства, в частности в энергетике, является сложной межотраслевой проблемой, к которой нужен *потенцированный подход*, включающий как новые технические решения, так и разработку *цельной инновационной образовательной программы* в этой области, учитывающей специфику образовательных организаций (ОО) и особенности контингента обучаемых.

Библиографический список:

1. *National monitoring conditions and labor protection (short version)* //Moscow, 2013, the Federal state budgetary institution “Russian scientific-research Institute of occupational and labor Economics” (FSBI “Research Institute of protection and labor Economics” of the Ministry of labor of Russia) – p.29
2. Травматизм, профзаболевания и показатели эффективности работы персонала предприятий электроэнергетики /Е.А. Бибин [и др.] // *Электричество*. - 2008, -№8.- с. 61-64.
3. В.Т. Медведев, А.В. Каралюнец, Ю.И. Жуков. Травматизм в электроэнергетике// *Безопасность жизнедеятельности*, – 2005. – №5. – с. 2-8.
4. Порядок выбора комплектов средств индивидуальной защиты от воздействия электрической дуги / Е.А. Бибин [и др.] // *Вестник МЭИ*. - 2009. - № 3. – с. 139-142.
5. Малаян К.Р., Милохов В.В., Минько В.М., Русак О.Н., Фаустов С.А., Цаплин В.В., Цветкова А.Д. Специальная оценка условий труда: критический анализ.// *БЖД*.-2014.-№ 12(168) – с.3-17.
6. Kapp Karl M., O'Driscoll Tony. *Learning in 3D: Adding a New Dimension to Enterprise Learning and Collaboration* // Published by Pfeiffer. An Imprint of Wiley, 2010, 419 p.

МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Бернс В. А., Фадеев А. А.

komrad.fadeew2016@yandex.ru

Динамические характеристики конструкций, такие как частоты, формы, обобщённые массы и декременты собственных тонов колебаний являются исходными данными при решении широкого круга задач динамики механических систем. Эти характеристики определяются по результатам модального анализа.

Конструкции испытываются на специальных установках, имитирующих реальные условия эксплуатации. Некоторые типы конструкций, например крупногабаритные конструкции, применяемые в космической технике, не могут быть испытаны на земле в условиях земной гравитации, так как это не соответствует условиям эксплуатации. Кроме того, такие конструкции имеют низкие частоты, что затрудняет использование специальных датчиков, измеряющих ускорение – акселерометров.

Для испытаний таких конструкций применяются два основных подхода: имитация условий эксплуатации при помощи специальных опор квазинулевой жёсткости; разбивка большой конструкции на подконструкции и проведение резонансных испытаний каждой подконструкции с целью определения их динамических характеристик, которые будут использованы для синтеза динамических характеристик полной конструкции. В данной работе исследуется второй подход.

Для расчета систем с распределёнными параметрами строят их дискретные модели, используя конечные представления функции перемещения. Системе дифференциальных уравнений ставится в соответствие система линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} -\omega^2 AU + HV + CU &= E, \\ \omega^2 AV + HU - CV &= F, \end{aligned} \tag{1}$$

где $Z(N)$ – вектор перемещения точек конструкции; $A(N)$, $C(N)$ – симметричные, положительно определённые матрицы инерции и жёсткости; $R(N)$ – вектор сил демпфирования; $E(N)$, $F(N)$ – векторы синфазной и квадратурной составляющих сил возбуждения, приложенных в некоторых точках конструкции; $U(N)$, $V(N)$ – векторы синфазной и квадратурной составляющих перемещений точек конструкции по направлению действия внешних сил.

Для независимого определения упруго-массовых характеристик и характеристик демпфирования воспользуемся свойствами вынужденных монофазных колебаний:

$$U = \lambda V \quad (2)$$

где λ – действительное число, равное котангенсу фазового сдвига между откликом системы и синфазной составляющей возбуждения.

В процессе испытаний подберем возбуждение таким образом, чтобы векторы отклика системы удовлетворяли условию (2) то есть вынужденные колебания были монофазными. В этом случае уравнения (1) можно привести к виду

$$\begin{aligned} (1 + \lambda^2)(C - \omega^2 A)V &= \lambda E - F, \\ (1 + \lambda^2)HV &= E + \lambda F. \end{aligned} \quad (3)$$

где первая группа уравнений уже не содержит сил демпфирования и может быть использована для определения упруго-массовых характеристик механической системы, а вторая группа – для определения характеристик демпфирования.

Исходя из свойств динамической системы, можно сформулировать условия, которым должны удовлетворять искомые величины. Условие симметрии матрицы инерции и жёсткости:

$$a_{ij} = a_{ji}, \quad c_{ij} = c_{ji}, \quad i, j = 1, 2, \dots, N; \quad i \neq j \quad (4)$$

Условие (4) в совокупности с положительной определённой матрицей инерции и жёсткости позволяет использовать свойство ортогональности экспериментально найдённых собственных векторов системы W_i :

$$W_i^T A W_j = 0, \quad W_i^T C W_j = 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, N; \quad i \neq j \quad (5)$$

Условие сохранения в модели собственных частот и обобщённых масс собственных тонов реальной системы:

$$W_i^T A W_i = a_i, \quad W_i^T C W_i = a_i p_i^2, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

Величины собственных частот, обобщённых масс и собственные векторы системы подлежат определению по результатам испытаний.

При использовании такого алгоритма идентификации не появляются особенных или плохо обусловленных матриц обратной задачи динамики. Это связано с тем, что число степеней свободы модели определяется числом найденных в результате резонансных испытаний собственных тонов колебаний системы в исследуемом диапазоне частот и ортогональностью собственных векторов [1].

При $\omega \neq p_i, i = 1, 2, \dots, N$ существуют действительные значения $\lambda_j, j = 1, 2, \dots, S, c \leq N$, но монофазные колебания не совпадают с собственными.

Здесь необходимо использовать немонафазное возбуждение.

При использовании немонафазного возбуждения вынужденные монофазные колебания, совпадающие с собственными, реализуются на любой частоте колебаний. Обобщённые массы собственных тонов в этом случае определяются по формуле:

$$a_i = \frac{V_i^T (\lambda_i E_i - F_i)}{(1 + \lambda_i^2)(p_i^2 - \omega)V_i^{*2}}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (7)$$

где V_i^* – квадратурная составляющая вынужденных колебаний системы в точке нормированного i -го тона.

Коэффициенты матрицы демпфирования определяются по формуле:

$$HV_j = \frac{E_j + \lambda_j F_j}{1 + \lambda_j^2}, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

Если исследуемый тон не связан с другими тонами, то обобщенный коэффициент демпфирования можно вычислить по формуле:

$$h_i = \frac{V_i^T (\lambda_i E_i - F_i)}{(1 + \lambda_i^2)V_i^{*2}}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

После того, как для каждой подконструкции вычислены элементы матриц инерции и жесткости в физической системе координат, разрабатывается математическая модель всей конструкции, которая по своей структуре должна соответствовать реальной конструкции.

Сборка подконструкций выполняется в несколько уровней. Под сборкой здесь понимается суммирование соответствующих коэффициентов матриц инерции A и жесткости C подконструкций, имеющих общие узловые точки. Процедура составления матриц инерции и жесткости полной конструкции аналогична алгоритму формирования глобальных матриц в методе суперэлементов [2].

После построения матриц инерции и жесткости полной конструкции ее собственные частоты и формы собственных тонов колебаний определяются из решения задачи о собственных значениях:

$$(C - p^2 A)w = 0. \quad (10)$$

Матрица демпфирования H полной конструкции строится так же, как и матрицы инерции и жесткости, но обобщенные коэффициенты демпфирования собственных тонов колебаний определяются после решения задачи о собственных значениях (19):

$$h_i = w_i^T H w_i, \quad j = 1, 2, \dots, N. \quad (11)$$

Данный алгоритм позволяет определить упругие и инерционные характеристики полной конструкции независимо от характеристик демпфирования.

Библиографический список:

1. Бернс В.А. Диагностика и контроль технического состояния самолетов по результатам резонансных испытаний : монография / В.А. Бернс. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. – 272 с.
2. Постнов В.А. Метод суперэлементов в расчетах инженерных сооружений / В.А. Постнов, С.А. Дмитриев, Б.К. Елтышев, А.А. Родионов. Под общей редакцией В.А. Постнова. — Л.: Судостроение, 1979. — 288с., ил.

КОНТРОЛЬ ЛЮФТОВ И СУХОГО ТРЕНИЯ В ПРОВОДКАХ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЁТОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

¹Сибирский научно-исследовательский институт авиации
им. С. А. Чаплыгина, г. Новосибирск

²Центральный аэрогидродинамический институт
им. профессора Н. Е. Жуковского, г. Жуковский

³Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

⁴Информационные спутниковые системы

им. академика М. Ф. Решетнева», г. Железногорск

Бернс В. А.¹, Долгополов А. В.², Жуков Е. П.³, Маринин Д. А.⁴

v.berns@yandex.ru, dolganton@yandex.ru, zh-ep@yandex.ru, marinin@iss-reshetnev.ru

Методы модальной идентификации динамических систем нашли применение в вибродефектоскопии авиационных конструкций для контроля появляющихся в процессе эксплуатации повреждений [4]. Выявление трещин и разрушений основано на том, что такие повреждения вносят изменения в характеристики жесткости (а значит и в частоты и формы собственных колебаний) и демпфирования механических систем. Для реализации методов строится расчетная математическая модель исходной системы, местоположения и величины возникающих повреждений определяются по изменениям динамических характеристик неповрежденной конструкции [5] – [9].

Идентификация дефектов планера и систем летательного аппарата (ЛА) производится по изменениям параметров вибрационного отклика конструкции при различных видах внешнего воздействия. Важно отметить принципиальное отличие контроля дефектов конструкций по результатам вибрационных испытаний от этого контроля по параметрам вибраций в процессе эксплуатации ЛА. В наземных испытаниях виды и уровни внешнего воздействия на объект контроля известны и задаются исследователем, тогда как эксплуатационные вибрационные нагрузки оцениваются, как правило, по вибрационному отклику объекта. Это зачастую позволяет производить качественный контроль дефектов, а для количественных оценок необходимо привлекать дополнительную информацию, получаемую в результате наземных испытаний.

Одним из распространенных технологических дефектов ЛА являются повышенные люфты в механических системах передачи усилий или перемещений. Пример такой системы – проводка управления отклоняемыми поверхностями, представляющая собой систему качалок, последовательно соединенных между собой тягами. Причиной появления люфтов являются отступления от требований конструкторской документации к диаметрам отверстий в качалках и проушинах тяг, а также диаметрам соединительных

болтов. Следствием возникновения люфтов является снижение резонансной частоты вращения органа управления по отношению к значению этой частоты, заложенной в конструкцию ЛА для обеспечения требуемых аэроупругих характеристик.

Целью контроля является выявление дефектной проводки управления, выделение дефектных узлов и определение величин люфтов в соединениях механической проводки управления с достаточной точностью. Метод контроля люфтов по результатам периодических резонансных испытаний самолетов изложен в работе [1].

Повышенное сухое трение в опорах отклоняемых поверхностей является технологическим дефектом, который может приводить к интенсивному износу подвижных соединений и увеличению нагрузок на ручку и педали управления. Кроме того, при наличии сухого трения зависимость жесткости органа управления от амплитуды колебаний становится нелинейной: для таких систем характерно снижение резонансной частоты вращения с ростом амплитуды [2].

Как показали результаты исследований, проведенных в работах [1] – [3], контроль зазоров и сухого трения в подвижных соединениях возможен по результатам резонансных испытаний объектов контроля. В этих испытаниях при возбуждении колебаний рулей предложено фиксировать перегрузки всех элементов проводки в местах их соединений с построением фигур Лиссажу. Для построения фигуры Лиссажу вертикальная развертка производится пропорционально сигналу датчика ускорений « n », а горизонтальная – пропорционально гармонике возбуждающей силы U (сигнал управляющего генератора). Такая фигура на резонансе линейной системы является эллипсом. По нелинейным искажениям фигур Лиссажу определяются дефектные соединения. На рисунке 1 показан пример фигуры Лиссажу для соединения без зазора и соединения с зазором.

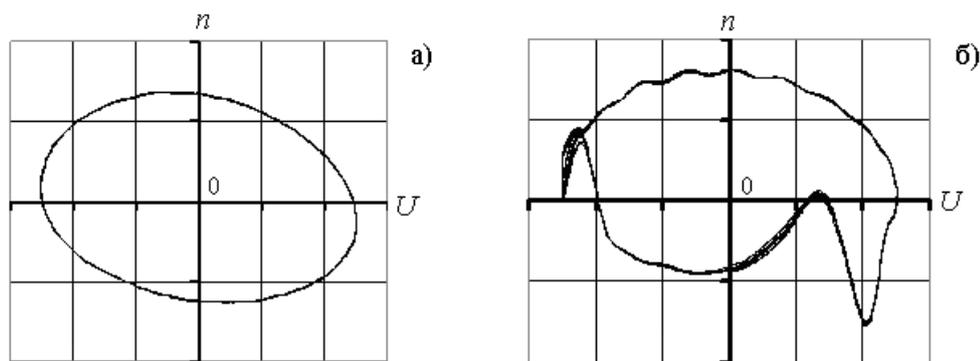


Рис.1. Фигура Лиссажу до (а) и после появления зазора (б)

Кроме идентификационных признаков обнаружения люфтов в [1] – [3] описан также способ количественной оценки величин люфтов. Однако использование данных методик в процессе эксплуатации ЛА не представляется возможным по нескольким причинам:

- внешнее динамическое воздействие на отклоняемую поверхность неуправляемо и неизвестно, поэтому нельзя построить классические фигуры Лиссажу, используемые для определения положения дефектного узла;

- для оценки величины люфта необходимо знание минимального значения собственной частоты вращения отклоняемой поверхности, что невозможно без управляемого возбуждения колебаний.

Для определения идентификационных признаков люфтов при их контроле в процессе эксплуатации были проведены экспериментальные исследования фигур трех видов. Во всех случаях вертикальная развертка производилась пропорционально ускорению n в узлах проводки управления, а горизонтальная пропорционально:

1) первой гармонике ускорения n_1^1 в контрольной точке отклоняемой поверхности;

2) первой гармонике скорости v_1^1 в контрольной точке;

3) первой гармонике ускорения n^1 в узлах проводки управления.

В результате проведенных исследований было установлено, что портрет колебаний №3 не только качественно, но и количественно идентифицирует люфты в подвижных соединениях. Его следует принять в качестве идентификационного признака для локализации дефекта (рисунок 2; ε – размер люфта).

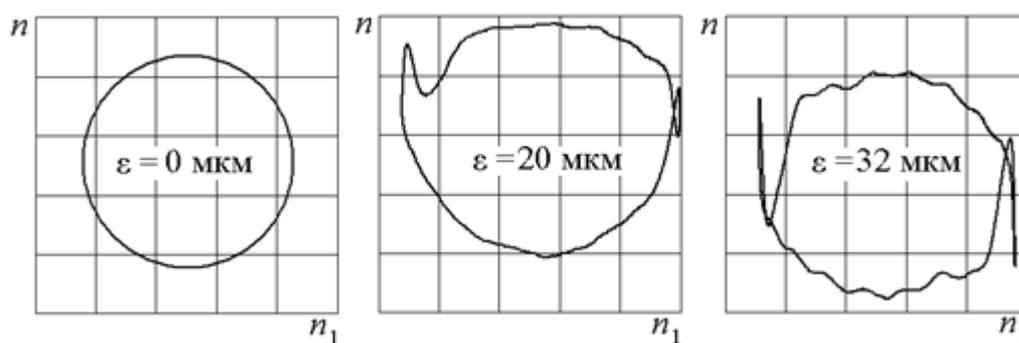


Рис.2. Искажения портрета колебаний № 3

Для оценки размера люфта необходимо привлекать дополнительную экспериментальную информацию, полученную в наземных условиях. Такой информацией является зависимость искажений портрета колебаний, возникающих при появлении люфта, от величины люфта для каждого узла проводки управления.

Экспериментальные исследования, направленные на выявление идентификационного признака для сухого трения в подвижных соединениях отклоняемых поверхностей, показали, что таковым также является портрет колебаний № 3. Отметим, что в отличие от контроля люфтов, при котором такой портрет строится по вибрациям узлов проводки управления, здесь портрет соответствует колебаниям контрольных точек отклоняемой поверхности. При помощи этого признака можно установить наличие сухого

трения в опорах и даже различить опоры, в которых разное сухое трение, но не удастся оценить количественную связь между степенью искажений портрета колебаний и величиной сухого трения в опоре. Для решения этой задачи необходима дополнительная информация в виде собственной частоты и демпфирования колебаний вращения отклоняемой поверхности от амплитуды колебаний.

Здесь следует также указать на режимы полета, в которых возможна идентификация рассматриваемых дефектов в процессе эксплуатации ЛА. Идентификацию люфтов, а также сухого трения в опорах органов управления можно производить на взлетном режиме при работе двигателей с полной мощностью и отклоненной (выдвинутой) на максимальный угол механизацией. Также полезна информация о вибрациях на рулении, разбеге, пробеге по аэродрому, при полете в беспокойном воздухе и при посадочном ударе.

Библиографический список:

1. Бернс В.А., Белоусов А.И., Самуйлов В.Ф. Контроль люфтов в проводках управления летательных аппаратов по результатам резонансных испытаний отклоняемых поверхностей // Техника воздушного флота. – 2010. – Т. LXXXIV, № 1 (698). – С. 15–19.
2. Бернс В.А. Идентификация параметров расчетной модели органа управления самолета с сухим трением в проводке управления // Наука. Промышленность. Оборона : тр. 11 Всероссийской научно-технической конференции (Новосибирск, 21–23 апр. 2010 г.). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – С. 70–73.
3. Бернс В.А., Присекин В.Л. Динамические характеристики отклоняемой поверхности со смещенной опорой // Вестник МАИ. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 5–8.
4. Вибродиагностика авиационных конструкций. – М., 1986. – Вып. 256. – 95 с.
5. Большаков В.П., Законников Е.А. Вибродиагностика конструкций по формам их собственных колебаний // Вибродиагностика и виброзащита машин и приборов: Межвуз. сб. науч. тр. – Иваново: Изд-во Ивановского университета, 1989. – С. 71–76.
6. Мотылев Н.И. Выявление механических дефектов в элементах реакторов и конструкций АЭС при тестовых виброударных воздействиях // Технологии и системы обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок. – СПб: Менделеев, 2004. – Вып. 2 – С. 126–131.

7. Постнов В.А. Определение повреждений упругих систем путем математической обработки частотных спектров, полученных из эксперимента // *Механика твердого тела* : изв. РАН. – 2000. – № 6. – С. 155–160.
8. Постнов В.А., Шлоттманн Г. Использование экспериментальных данных об изменении динамических свойств упругих систем в задачах определения структурных повреждений // *Вестник ННГУ. Серия Механика*. – 2004. – № 1. – С. 32–42.
9. Шевелев Н.А., Домбровский И.В. Численное исследование динамических характеристик элементов конструкций с дефектами формы // *Вестник ПГТУ. Механика*. – 2009. – № 1. – С. 160–163.

УДК 623.54+ 531.55

ЭФФЕКТ ДЕРИВАЦИИ ПРИ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТЕЛА

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Бизимов Г.С., Мухин П.Д., Гуськов А.В., Милевский К.Е., Родионов А.И.
 bizimov.gleb@yandex.ru

Введение:

Использование вращения для обеспечения эффекта гироскопической устойчивости оси вращающихся тел в пространстве на сегодняшний день является основным способом стабилизации неуправляемых снарядов. Однако стабилизация вращением приводит к эффекту деривации, который заключается в отклонении снаряда от прямолинейной траектории в горизонтальной плоскости в зависимости от направления нарезов.

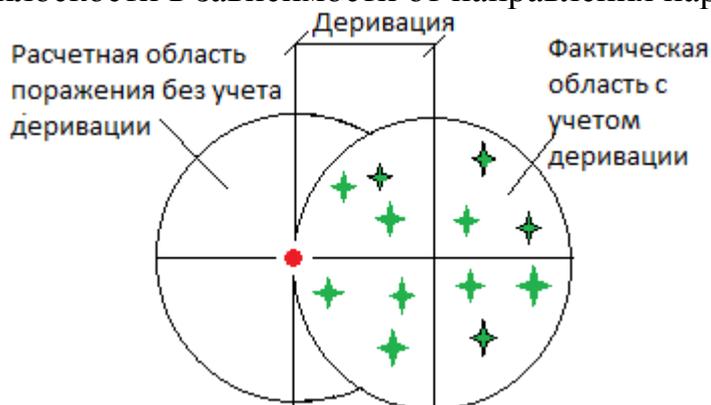


Рис.1. Отклонение области попаданий при вращении тела по часовой стрелке

В настоящее время тактико-технические требования к точности стрелкового оружия повышаются. Ставятся задачи по поражению объектов и живой силы на расстоянии 1.5-2 км. Следовательно, важно выделить влияние эффекта деривации на отклонение от заданной траектории движения вращающегося тела.

Деривационное отклонение происходит под действием эффекта Магнуса. Эффект Магнуса также обуславливает понижение, или повышение снаряда при боковом ветре в зависимости от вращения снаряда.

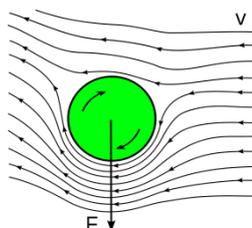


Рис. 2 . Эффект Магнуса

Деривация возрастает нелинейно и зависит от множества факторов, а значит, ее точное значение можно получить только опытным путем.

Для оценки деривационного отклонения существуют различные методы. При анализе будем использовать формулу, предложенную в книге Брайана Литза [1].

$$D = 1.25 \times \left(\frac{30 \times m}{h^2 \times d^3 \times l \times (1 + l^2)} + 1.2 \right) \times t^{1.83}, \quad (1)$$

- где D – деривация в дюймах (в направлении нарезов)
 t – время полета в секундах (определяется баллистической программой)
 m – масса пули в гранах (1 грамм = 15.432358352941 гран)
 h – шаг нарезов в калибрах на оборот
 d – диаметр (калибр) пули в дюймах (1 мм = 0,03937 дюйма)
 l – длина пули в калибрах

Используя эту формулу построим графики для четырех конкретных видов оружия:



Рис. 2а. Рассматриваемое оружие

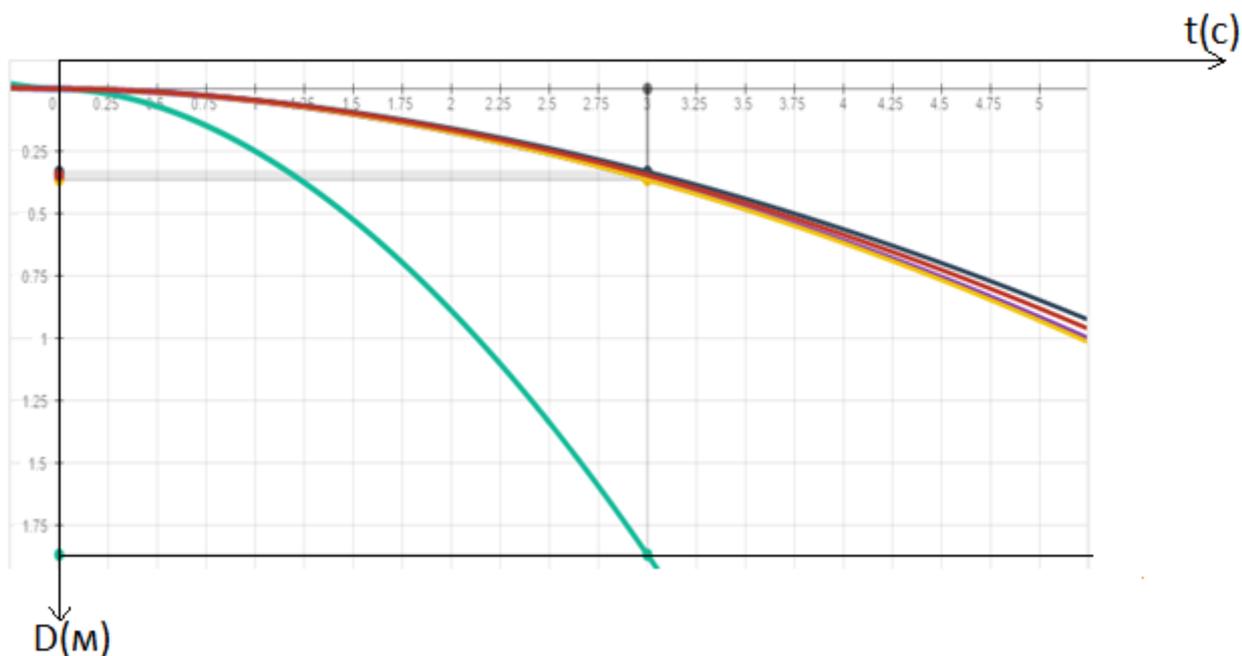


Рис. 2б. Графическое изображение деривационного отклонения. Наибольшее влияние деривация оказала на пулю пистолета Макарова. Наименьшее - на антиснайперскую крупнокалиберную винтовку КСВК. Вычислив конкретные значения для нескольких точек, получили довольно интересные результаты, которые будут представлены в основном докладе: Анализ этих результатов навел на мысль о роли перехода пули на дозвуковые скорости. Рассмотрим поведение баллистического коэффициента при пересечении звуковой границы.

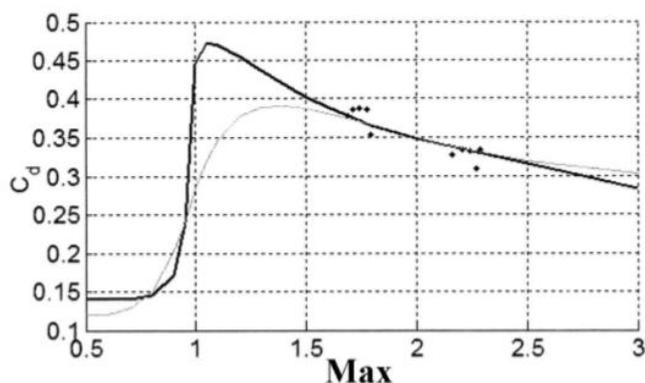


Рис.3. Зависимость БК от скорости полета. (пуля-165 гран,.308 калибр SierraGameKing)

На графике видно, что при переходе звуковой границы баллистический коэффициент практически дискретно снижается более чем в 3 раза. Интересно, что при скорости, соответствующей промежутку $(1.1;1.2)MAX$, БК имеет максимальные значения. О причинах данных явлений будет сказано в основной работе.

Заключение:

Анализируя эффект деривации, мы разбиваем расстояние на три основных участка: ближней стрельбы (ПМ, АК-74), стрельбы снайпера (СВД) и стрельбы антиснайпера (BarrettM82A1, КСВК).

На первом участке деривация незначительна (≈ 30 мм на 100 метров) и не будет учитываться. Как видно на рисунке 2б, наибольшие отклонения характерны для пули ПМ, имеющей начальную скорость 315 м/с по сравнению с 800-900 м/с для АК-74, СВД, BarrettM82A1, КСВК. Такое поведение пули накладывает значительные ограничения на прицельную дальность дозвуковых боеприпасов. На дистанции работы снайпера деривация учитывается (≈ 18 см), но ее можно учесть, подправив сетку прицела. На расстоянии больше работы снайпера деривация достигает порядка 1 м и её учет производит сам снайпер, так как на большей дистанции траектория менее предсказуема.

Повышение точности стрелкового оружия позволит не только повысить боевую эффективность личного состава, но и снизить военные расходы, за счет меньшего расхода боеприпасов.

Для увеличения вероятности попадания можно предложить следующее:

- создание и активное внедрение прицелов, автоматически учитывающих поправки на деривацию, ветровой снос и силу Кориолиса
- использование новых материалов, повышающие баллистические качества пули и снижающие ее себестоимость
- увеличение баллистического коэффициента за счет изменения формы снаряда
- для обеспечения максимальной предсказуемости траектории необходимо сохранять скорость в одном режиме на всем полете пули, то есть избегать перехода со сверхзвука на дозвуковые скорости.

Библиографический список:

1. Bryan Litz. Applied Ballistics for Long Range Shooting. Applied Ballistics, LLC 2009. С.65,461-462.
2. А.А. Коновалов. Ю.В. Николаев. Внешняя баллистика.- Москва: изд-во ЦНИИ информации 1979. С.157-159.
3. А.В. Гуськов. К.Е. Милевский. А.В. Сотенко Внешняя баллистика.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. С.177.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОМЕРНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ШТИФТОВ

¹ Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

² Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

³ ОАО «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь»,
г. Красноярск

*Бобин¹ К.Н., Крушенко² Г.Г., Кукушкин³ И.В.
ivan246890@yandex.ru*

В различных отраслях машиностроения при сборке узлов, механизмов и машин применяются разные виды соединения входящих в них деталей. Все виды соединений можно разделить на разъемные и неразъемные. К неразъемным относятся: сварные, клепаные, полученные пайкой, склеиванием, а также соединения, полученные путем запрессовки деталей с натягом. К разъемным относятся соединения, позволяющие многократно выполнять сборку и разборку сборочной единицы без повреждения деталей, входящих в ее состав – это резьбовые, штифтовые, зубчатые (шлицевые) и соединения, выполняемые с помощью клиньев и шпонок [1]. В настоящей работе рассматриваются только штифтовые соединения.

На рис. 1 в качестве примера показано типичное простейшее неразъемное штифтовое соединение, выполненное с помощью цилиндрического штифта. Однако, в машиностроении в зависимости от функционального назначения применяются штифты, которые могут иметь цилиндрическую, пирамидальную, призматическую и сферическую геометрию [1, 2].

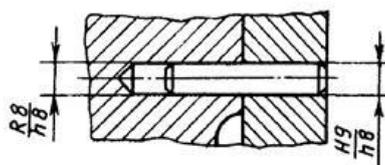


Рис.1. Посадка в штифтовых соединениях с цилиндрическими штифтами [3]

Крепежные элементы в виде штифтов применяются, например, для соединения деталей авиационных конструкций из композиционных материалов, в том числе высоконагруженных. Так в работе [4] приведено конструктивно-технологическое решение соединения металлических и композиционной пластин с помощью штифтов (Рис. 2).



Рис. 2. Конструктивно-технологическое решение соединения с поперечными заформованными крепежными микроэлементами [4]

В работе [5], описано применение штифтового соединения для фиксирования относительно друг друга «стенок» лопаток спрямляющего аппарата вентилятора авиационного турбовентиляторного газотурбинного двигателя Д-18Т, пространство между которыми заполнено полимерным наполнителем (Рис. 3)

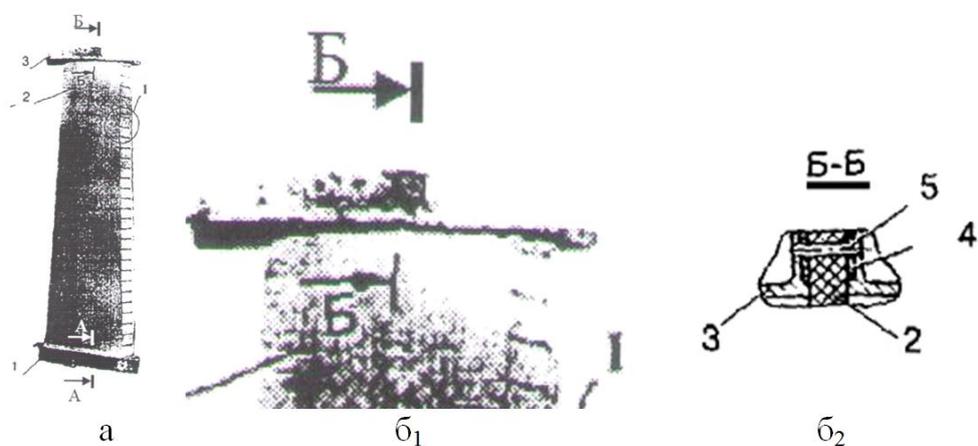


Рис. 3. а) лопатка спрямляющего аппарата вентилятора турбовентиляторного газотурбинного двигателя Д-18Т: 1 и 3 – верхняя и нижняя полки; 2 – перо из углепластика; 4 – полимерный наполнитель; 5 – штифт б₁ и б₂) разрез по Б-Б [5]

Опыт применения соединений металлических и композиционных материалов с помощью штифтов показал, что малоразмерный крепеж (до 1,6 мм) более эффективен при заформовке в композиционные материалы [4]. Однако, при изготовлении обработкой резанием штифтов малых размеров из проволочной заготовки, возникают трудности, связанные с «геометрическим» качеством проволоки. В качестве примера в работе рассмотрена технология изготовления резьбового штифта (Рис. 4.) с чистовыми размерами $\varnothing 1,5^{+0,008 + 0,002}$ мм, $L = 3,5$ мм, который применяется в качестве соединительного элемента, показанного на рис. 5.

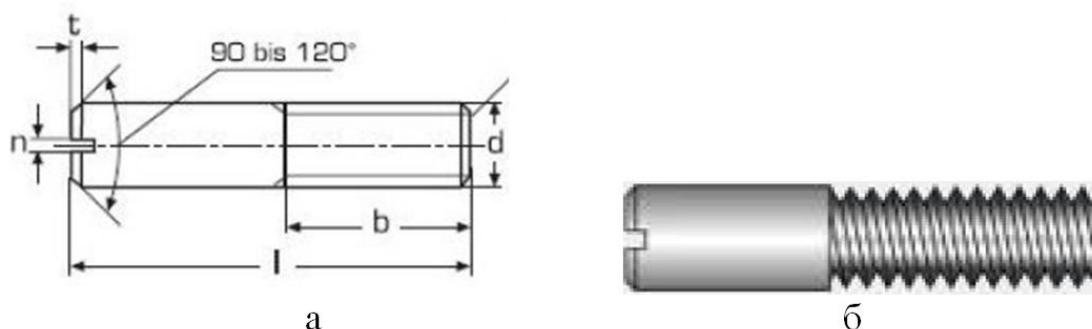


Рис. 4. Винт установочный (штифт резьбовой) с неполной резьбой, плоским концом и прямым шлицем: а) чертеж; б) фотография [6]

В данной работе в качестве исходного материала использовали проволоку из стали марки 20X13 ГОСТ 5632-72, которая поставляется на предприятие в виде бухты. Отрезанные от бухты заготовки перед механической обработкой рихтуют (рихтовка – выправление поверхности проката, проволоки и др.) на рихтовочном станке, однако при этом на их поверхности возникает волнистость, как по диаметру, так и по длине. Наличие этого дефекта не только затрудняет обработку данной заготовки на токарном станке – поскольку вследствие волнистости невозможно установить идеально заготовку в люнет токарного станка – но и делает практически невозможным получение с использованием таких заготовок деталей требуемого размера.

Для решения этой проблемы была введена дополнительно бесцентрово-шлифовальная операция, выполняемая после рихтовки заготовок. Бесцентрово-шлифовальная операция заключается в нарезке из бухты заготовок метровой длины, установке их в металлическую трубку с последующей калибровкой по всей длине посредством ручной подачи между вращающимися абразивными кругами. После выполнения этой операции «геометрические» дефекты в виде волнистости и овальности по всей длине проволоки отсутствуют, что позволяет при выполнении последующих токарной и шлифовальной операций получать деталь «штифт» с заданными размерами, вид которых приведен на рис. 6.

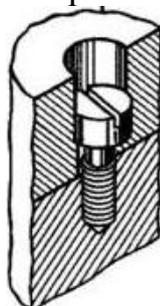


Рис. 5. Штифтовое неподвижное изготовленные неподвижное разъемное соединение [7] технологии



Рис. 6. Штифты, по описанной

Технологический цикл изготовления штифтов заключается в выполнении следующих операций:

1. слесарная (отрезка проволоки и её рихтовка);
2. предварительная термообработка;
3. дробеструйная очистка;
4. бесцентрово-шлифовальная обработка;
5. токарно-винторезная обработка (внешняя проточка и выточка наружных центров под углом 60° , нарезание резьбы, предназначенной для вворачивания штифта в отверстие);
6. шлифовальная обработка в центрах (получение диаметра точного размера)
7. токарно-винторезная обработка (отрезка центров, подрезка обоих торцов, снятие фасок и острых кромок);
8. прорезание шлица на торце штифта на фрезерном станке для вворачивания его в отверстие с помощью отвёртки;
9. термовакуумная обработка;
10. очистка поверхности травлением;
11. гальваническая обработка;
12. химическая пассивация.

Относительно применения химической пассивации следует отметить, что, несмотря на то, что сталь 20Х13 относится к нержавеющей типу, при определенных условиях она может подвергаться щелевой или точечной коррозии. Щелевая коррозия нержавеющей сталей возникает в тех местах, где между стальным изделием и другим предметом образуется небольшой зазор. Точечная коррозия проявляется в образовании небольших отверстий в металле. С целью предотвращения возникновения коррозии, изготовленные из нержавеющей сталей, детали подвергаются пассивации, суть которой заключается в нанесении на поверхность изделия окислителей, которые растворяют железо, но пассивны по отношению к оксидам легирующих элементов [8].

С целью дальнейшего совершенствования технологического процесса изготовления штифтов в работе был выполнен анализ ряда патентов [9-11], в которых описаны устройства для правки проволоки и ее резки на мерные заготовки, на предмет разработки подобного устройства, но в приложении к проволоке малого диаметра. Разработано техническое задание и проводятся проектные работы по разработке устройства для правки.

Библиографический список:

1. RobertW. MesslerJr. Integral Mechanical Attachment. Chapter 3. Mechanical Fasteners, Integral Attachments, and Other Mechanical Joining Methods. JoiningofMaterialsandStructures, 2004. P. 105–176.
2. Гурин В.В., Замятин В.М., Попов А.М. Курсовоепроектирование. - Томск: Изд-воТомскогополитехническогоуниверситета, 2009. - Кн. 1. - 378с.
3. ГОСТ 3128-70. Штифты цилиндрические незакаленные. Государственный стандарт союза ССР. – Москва: Госстандарт России, 1993. - 8 с.

4. Карпов Я.С. Соединения высоконагруженных деталей из композиционных материалов. Сообщение 1. Конструктивно-технологические решения и оценка их работоспособности / Я.С. Карпов // Проблемы прочности. - 2006. - № 3. - С. 23–33.
5. Гайдачук А.В. Состояние и перспективы применения композиционных материалов в газотурбинных двигателях летательных аппаратов / А.В. Гайдачук // Авиационно-космическая техника и технология. - 2004. - Вып. 3. - С. 11–20.
6. ГОСТ 18746–80 Шпильки упорные. Государственный стандарт союза ССР. – Москва: Госстандарт России, 1982. - 3 с.
7. Виды соединения деталей [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.bing.com/images>- Загл. с экрана.
8. Виды коррозии нержавеющей стали [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://stroy-metall.ru/stati/vidy-korrozii-nerzhaveyushchej-stali>- Загл. с экрана.
9. А.с. № 1570824 А1 В21F 11/00 Заявка № 4421592/31-32 от 04.05.1988 Устройство для правки и резки проволоки / Г. А. Раханский, Н. И. Матросов, В. Г. Сынков, А. Г. Пименов. - Бюл. 1990 № 22.
10. А.с. СССР № 189797 МПК В21f Кл. 7d, 5 Заявка № 927683/25-27 от 28.10.1964 Устройство для правки и резки проволоки на заготовки определенной длины / Ю. П. Кукоба. Ф. Ф. Собачкин - Бюл. 16.12.1966.
11. Патент № 2202432 РФ С1 МПК В21F1/02, В21С19/00 Заявка № 2001130119/12 от 09.11.2001 Устройство для правки проволоки / Т. А. Лехов Опубликовано: 20.04.2003.

УДК 531.3

ДИНАМИКА ПОСАДКИ ПЕРЕХВАТЧИКА НА ПАЛУБУ АВИАНОСЦА

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Боескоров М.С., Панков М.О., Родионов А. И., Рыков А. А.

Рассмотрим посадку перехватчика на палубу авианосца как задачу динамики.

Часть 1. Исследуем гашение вертикальной компоненты скорости. Перегрузка, которую испытывает пилот при посадке, определяется быстротой изменения вертикальной скорости. Пилот стремится погасить до минимума эту скорость перед касанием. Вертикальная скорость посадки уменьшается до 2 – 4 м/с. Нулевая вертикальная скорость при касании

недопустима, т.к. возможен процесс «козления». При этом истребитель может оторваться от поверхности и начать скакать, что может привести к поломке шасси. Перегрузка при касании зависит от упругодемпфирующих свойств шасси.

Постановка задачи

Рассмотрим следующую расчетную схему посадки самолета (рис.1). За модель истребителя возьмём твёрдое тело массой m , которое ударяется об нелинейный упругий элемент со скоростью V_0 .

Решение задачи

Взаимодействие перехватчика массы m с нелинейным упруго-демпфирующим элементом описывается дифференциальным уравнением

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + k_1x + k_3x^3 = 0 \quad (1)$$

с начальными условиями при $t = 0$ равными $x_0 = 0$, $\dot{x}_0 = V_0$



где k_1 и k_3 - жёсткости упругой характеристики, а r - коэффициент вязкого трения демпфера.

Рис.1

Поделив уравнение (1) на m , получим четыре варьируемых параметра $a_1 = k_1/m$, $a_3 = c_3/m$, $n = r/(2m)$ и V_0 .

Приведем уравнение (1) к безразмерному виду

$$\ddot{\tilde{x}} + 2b_4\dot{\tilde{x}} + \tilde{x} + b_3\tilde{x}^3 = 0 \quad (2)$$

с начальными условиями: при $\tau = 0$ $\tilde{x}_0 = 0$, $\dot{\tilde{x}}_0 = 1$.

(3)

Здесь $\tilde{x} = x\omega_0/V_0$, $\tau = t\omega_0$ $b_3 = a_3V_0^2/\omega_0^4$, $b_4 = n/\omega_0$, $\omega_0 = \sqrt{a_1}$,

(5)

ω_0 собственная частота системы при $x = 0$.

Уравнение (2) с начальными условиями (3) имеет только два варьируемых параметра b_3 , b_4 .

Варьируя их можно построить номограмму для быстрого определения максимального ускорения на объекте и его максимальное перемещение (Рис.2).

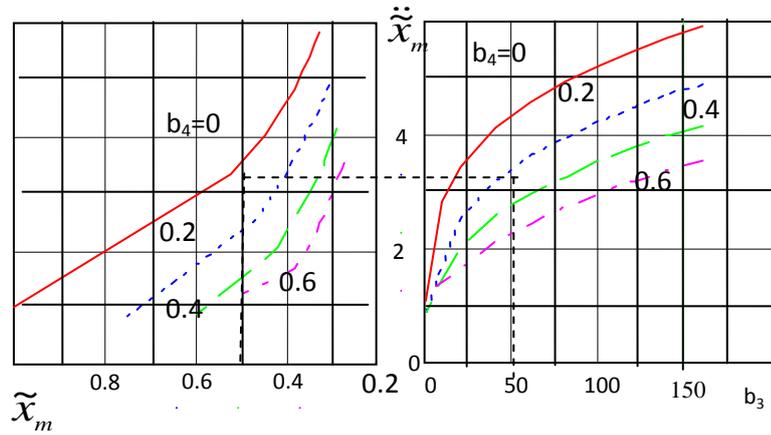


Рис.2

На рис.2 $\ddot{\tilde{x}}_m, \tilde{x}_m$ - безразмерные соответственно ускорение объекта и его перемещение.

Зададимся допустимой перегрузкой на пилота в 2.5 и параметром, характеризующим демпфирование $n=1.3 \text{ с}^{-1}$, скорость при посадке пусть будет 2 м/с.

Возьмем $\omega_0 = 3.25 \text{ с}^{-1}$, что соответствует низкой частоте свободных колебаний в положение $x=0$ равной $\nu_0 = 0.52 \text{ Гц}$. Тогда $b_4 = n / \omega_0 = 0.4$.

При $\dot{x}_m = 2.3g$ находим $\ddot{\tilde{x}}_m = \ddot{x}_m / (kV_0) = 3.50$. На рис.2 этот случай показан пунктиром. В этом варианте для погашения энергии удара необходимо перемещение $x_m = \tilde{x}_m V_0 / \omega_0 = 0.20 \text{ м}$. Теперь можно определить второй коэффициент упругой характеристики $a_3 = \omega_0^4 b_3 / V_0^2 = 2790 / (\text{м} \cdot \text{с})^2$.

Таким образом, уравнение, описывающее процесс посадки, будет иметь следующий вид:

$$\ddot{x} + 3.25^2 x + 2790 x^3 + 2 \cdot 1.3 \cdot \dot{x} = 0 \quad (6)$$

Заметим, используя Рис.2, можно решать, как прямую, так и обратную задачи динамики посадки.

Рассмотрим посадку палубного истребителя МиГ – 29К, масса которого равна $m=17700 \text{ кг}$. Тогда $k_1 = 1.877 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$, $k_3 = 4.958 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^3$. На Рис.3 показана нелинейная упруго-демпфирующего устройства.

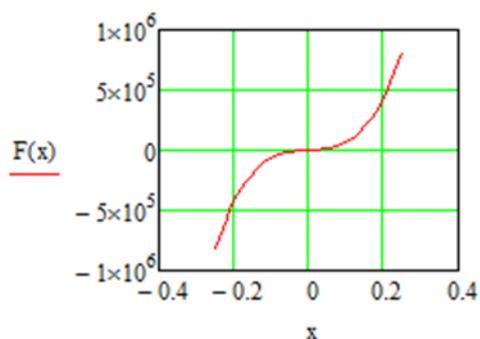


Рис.3

Решая уравнение (6), получим перемещение объекта и его ускорение во времени (Рис.4 и 5).

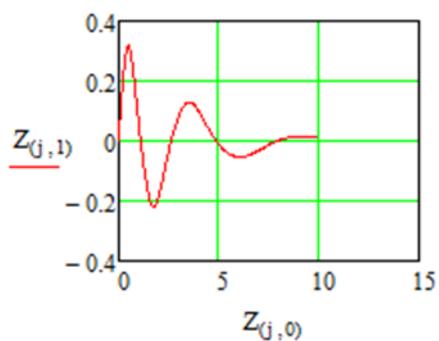


Рис.4

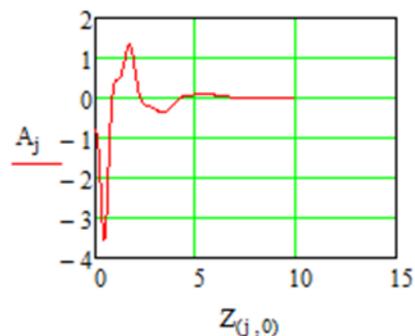


Рис.5

Заменяем нелинейную упругую характеристику линейной с приведенной жесткостью, вычисленной по формуле

$$c_{np} = \frac{5}{A^5} \int_0^A F(x)x^3 dx,$$

где A- максимальное перемещение объекта.

Приведенная жесткость получается равной $1,773 \cdot 10^7$ н/м.

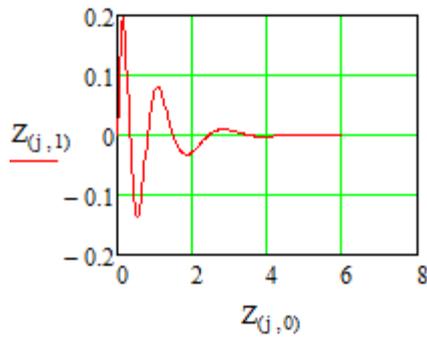


Рис.6

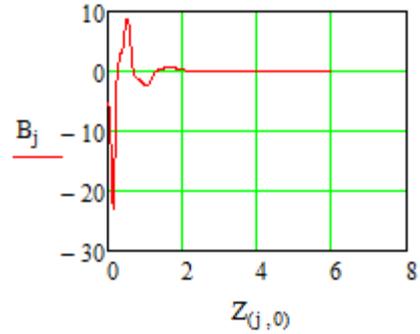


Рис.7

Из Рис.6 и 7 видно, что при линейной упругой характеристики посадка будет жестче, чем при нелинейной характеристике.

Рассмотрим следующий вариант. Пусть демпфер остается тем же, т.е. $n = 1.3 \text{ с}^{-1}$ при том же безразмерном ускорении $\ddot{x}_m = 3.5$. Увеличим собственную частоту $\nu_0 = 1.04 \text{ Гц}$. Тогда $\omega_0 = 6.5 \text{ с}^{-1}$, $b_4 = n / \omega_0 = 0.2$. В этом случае находим, что максимальное ускорение на объекте будет равно $\ddot{x}_m = \omega_0 V_0 \ddot{x}_m = 45.50 \text{ м/с}^2$. То есть максимальное ускорение на объекте возросло более чем в два раза при увеличении частоты ν_0 в два раза.

Проведенный расчет показывает преимущество нелинейной подвески с низкой собственной частотой по сравнению с линейной подвеской.

Часть 2. Рассмотрим задачу о гашении горизонтальной скорости посадки самолета на борт авианосца при помощи аэрофинишера.

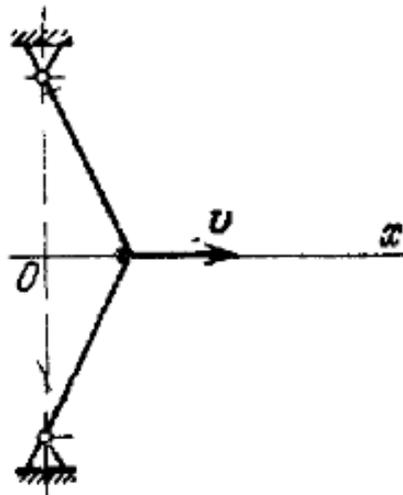


Рис.8

Модель перехватчика массой, движущаяся прямолинейно с постоянной скоростью V_0 в некоторый момент времени ($t = 0$) касается аэрофинишера в середине.

Пусть $x_m = L$ – длина пробега, $\lambda = \sqrt{x^2 + l_0^2} - l_0$ – деформация троса, его жесткость; $\omega_k^2 = \frac{k}{m}$

$$m\dot{V} = -2k\lambda\cos\alpha \quad (1)$$

$$\text{Здесь } \cos\alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + l_0^2}}$$

Тогда уравнение движения примет вид:

$$m \frac{dV}{dt} = -2k \left(\sqrt{x^2 + l_0^2} - l_0 \right) \frac{x}{\sqrt{x^2 + l_0^2}} \quad (2)$$

Или

$$m \frac{dV}{dx} * \frac{dx}{dt} = -2k \left(\sqrt{x^2 + l_0^2} - l_0 \right) \frac{x}{\sqrt{x^2 + l_0^2}}$$

(3)

$$\text{Запишем решение (3)} \quad V_0^2 = 4\omega_0^2 \left[\frac{L^2}{2} - l_0 \sqrt{x^2 + l_0^2} \Big|_0^L \right]$$

(4)

С учётом (1) получим, что

$$L^2 = \lambda_m^2 + 2\lambda_m l_0 \quad (5)$$

Таким образом

Подставим (5) в (4) и получим, что $v_0^2 = 2\omega_0^2 [\lambda_m^2 + 2\lambda_m l_0 - 2\lambda_m l_0]$

или

$$v_0^2 = 2 \frac{c}{m} [\sqrt{L^2 + l_0^2} - l_0]^2 \quad (6)$$

Найдём жесткость аэрофинишера. Она будет равна:

$$c = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{1}{(\sqrt{L^2 + l_0^2})^2} = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{1}{\lambda_m^2} = \frac{T_0}{\lambda_m^2} \quad (7)$$

Задаются m , v_0 , l_0 , L

$$c = 2,528 \cdot 10^3$$

Опишем процесс посадки во времени:

Перепишем (2) в виде

$$\ddot{x} = \dot{v} = -2\omega_0^2 (\sqrt{x^2 + l_0^2} - l_0) \frac{x}{\sqrt{x^2 + l_0^2}} \quad (8)$$

Введем безразмерные переменные:

$$\tau = t\omega_0, \quad y = x/l_0$$

Тогда

$$v = \frac{dx}{dt} = l_0 \omega_0 \frac{dy}{d\tau} = l_0 \omega_0 \dot{y}_\tau = \dot{x} \quad \ddot{x} = \dot{v} = \frac{d}{dt}(l_0 \omega_0 \dot{y}_\tau) = l_0 \omega_0^2 \frac{d}{d\tau}(\dot{y}_\tau) = l_0 \omega_0^2 \ddot{y}_\tau \quad \text{и}$$

$$l_0 \omega_0^2 \ddot{y}_\tau = -2\omega_0^2 [\sqrt{y^2 l_0^2 + l_0^2} - y l_0] \frac{y l_0}{\sqrt{y^2 l_0^2 + l_0^2}}. \quad \text{Тогда уравнение движения}$$

перехватчика примет с начальными условиями вид:

$$\ddot{y}_\tau = -2\sqrt{y_\tau^2 + 1} - y) \frac{y}{\sqrt{y^2 + 1}}$$

$$\tau = 0, y = 0$$

$$\dot{y}_\tau(0) = v_0 / (l_0 \omega_0) \quad (9)$$

УДК 623.442.4

УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТРЕЛЬБЫ ИЗ СВД

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск,

*Бердский политехнический колледж, г. Бердск

*Бондаренко А.Н., Губин С.Г. **

bond13.07@mail.ru

В условиях современного общевойскового боя, несмотря на применение современных средств борьбы, роль снайпера по-прежнему остаётся важной. В руках опытного снайпера винтовка - грозное оружие [1]. Как показал опыт второй мировой войны и локальных войн, в среднем на одного убитого в войне тратится несколько тонн металла, снайпер же на выполнение боевой задачи расходует всего несколько граммов металла, поражая противника, как правило, с одного выстрела. Снайпер должен не только уничтожить живую силу противника, но и меткой стрельбой парализовать организацию врагом текущей боевой работы. Снайпер способен в корне изменить обстановку на поле боя, поставить нужную точку в политическом процессе и с точностью хирурга обезвредить врага. Сама угроза участия снайпера, давит на психику врага и заставляет его пригибать голову.

Для улучшения кучности стрельбы есть несколько способов:

1 способ улучшения кучности боя заключается в том, что исключается действие автоматики, убирается газовый поршень и толкатель, то есть подвижные части для автоматического перезаряжания которые играют роль отвода затвора в заднее положение.

2 способ улучшения кучности боя заключается в том, что используется противовес при стрельбе. Противовес используется для того чтобы погасить или как можно больше уменьшить угол бросания за счёт балансировки центра тяжести винтовки.

Как показывает практика, стволы огнестрельного оружия приходят при стрельбе в колебательное движение. Характер и размах колебания зависят от многих факторов: длины ствола, его поперечных размеров, наличия и места

расположения сосредоточенных масс, условий крепления, массы.

Колебания ствола при выстреле происходят преимущественно в вертикальной плоскости. С изменением длины ствола меняются условия колебаний и периодически изменяется рассеивания, проходя последовательно через максимум и минимум. На качество стрельбы это имеет очень большое влияние вследствие изгиба ствола на старых системах. Чтобы уменьшить колебания ствола, его прижимали к ложе ствольными накладками. Спортивное оружие делают толстыми массивными стволами, это значительно уменьшает колебания ствола при стрельбе и заметно повышает кучность боя, но в качестве боевого оружия такие системы непригодны из-за «неподъёмности» – они весят от 6 до 8 кг. В трёхлинейных снайперских винтовках кучность боя заметно повышали очень прочным «глухим» креплением штыка. Штык, работая как противовес, почти вдвое уменьшает колебания ствола и настолько же улучшает кучность боя. Но только очень плотно посаженный, а ствол и зажатый в креплении штык. Если он будет качаться на стволе, разброс от этого только увеличится. Следует учесть, что винтовку, пристрелянную ранее без штыка, при постановке штыка нужно заново пристреливать.

Колебание ствола при выстреле и причины их, порождающие полностью не изучены, и в их природе до сих пор много необъяснимого. Считается, что обеспечить вылет пули в одну и ту же фазу колебаний практически невозможно из-за неизбежного разброса, времени движения пули по каналу ствола вследствие влияния различного рода причин (разброс максимального давления газов, веса пули, качества пороха и т.д.).

При выстреле помимо движения оружия назад, отдача приводит также и к отклонению ствола от первоначального положения в вертикальной плоскости. Это происходит по следующим причинам. Точка расположения этой силы расположена выше центра тяжести оружия, поэтому помимо движения назад, ствол оружия ещё поворачивается кверху. Стрелок упирая приклад в плечо противодействует силе P , а так как расстояние между осью канала ствола и линией приложения силы противодействия P несколько больше чем расстояние от оси канала ствола до центра тяжести, то и вращательный момент в этом случае несколько увеличится. Во время выстрела оружие может вращаться дульной частью кверху и в момент вылета пули, направление оси канала ствола не совпадает с первоначальным. Кроме указанной причины, на образование угла вылета оказывает влияние вибрации ствола. Ствол представляет собой как бы упругий стержень, закреплённый на одном конце. При движении пули ствол совершает колебательные движения - вибрирует. Пуля получает при вылете направление в зависимости от положения дульной части ствола. Сочетание влияния вибрации и поворота оружия вследствие отдачи может, привести и к отрицательному углу вылета, то есть направление вылета пули будет ниже направления оси канала ствола наведённого оружия. Образуется угол вылета γ (см. рис 1).

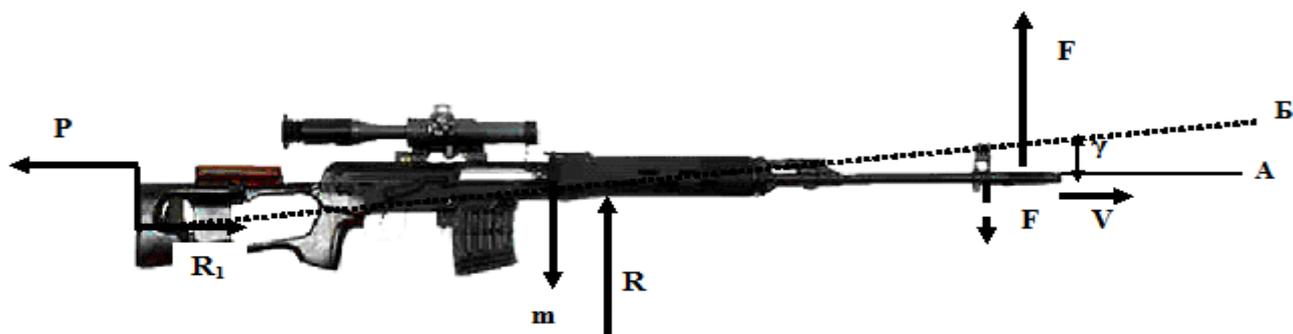


Рис. 1 Действия сил на винтовку во время выстрела.

А – линия стрельбы; Б – линия бросания; γ – угол бросания; F – сила отдачи; F_1 – сила противодействия отдаче (вес оружия); R – сопротивление (упор на руку, и т.д.); R_1 – сопротивление (упор в плечё); P – сила отдачи; m – масса винтовки; V_0 – начальная скорость пули.

Противовес уже опробован стрелками спортсменами при стрельбе из спортивных винтовок. Его использование даёт положительный результат. Хотя в спортивных винтовках автоматика не используется. Выдвижение противовеса от центра тяжести регулируется под каждого стрелка индивидуально.

Чтобы узнать на какое расстояние повесить противовес мы произведём некоторые расчёты. Так же нам необходимо знать, как сильно будут влиять на стрельбу, и воздействовать на стрелка сила отдачи, энергия отдачи. Кроме этого определим центр тяжести подвижных частей снайперской винтовки. Центр тяжести, геометрическая точка, неизменно связанная с твёрдым телом, через которую проходит равнодействующая всех сил тяжести, действующих на частицы тела при любом положении последнего в пространстве. Центр тяжести твёрдого тела в однородном поле тяжести совпадает с положением его центра масс. То есть центр тяжести подвижных частей нам необходим, для того чтобы узнать насколько переместится центр тяжести при выстреле.

Для определения центра тяжести нам необходимо разбить тело отдельно на подвижные части с весами P_k , для которых координаты X_k, Y_k их центр тяжести определим по формулам:

$$X_c = \frac{\sum P_k X_k}{\sum P_k} \quad (1) \qquad Y_c = \frac{\sum P_k Y_k}{\sum P_k} \quad (2)$$

Центр тяжести однородного тела, имеющего центр симметрии (прямоугольная или круглая), находится в этом центре. Определим центры тяжести затворной рамы, толкателя и газового поршня для каждого на оси координат.

Решив эту задачу, мы установили, что нет значительного изменения в центре тяжести. Значит, влиять на стрельбу практически не будет, центр массы меняется только из-за поворота затвора при выстреле.

Силу отдачи и энергию отдачи нам необходимо знать, чтобы определить с какой силой будет воздействовать оружие на стрелка. Зная характеристики винтовки и подставив в формулы, мы решим эти задачи.

Из полученных результатов мы видим, что при стрельбе возникающую силу отдачи стрелок практически гасит упором плеча в приклад. А используемый противовес помогает скомпенсировать силы и улучшает кучность боя.

Чтобы узнать с какой силой будет воздействовать, мы полученную скорость отдачи подставим в формулу Ньютона.

$$F = m \times a \quad (3),$$

где m - масса винтовки, a - ускорение.

Для того чтобы определить массу, которая необходима для компенсации силу отдачи, нам необходимо произвести некоторые расчёты по формулам:

- для определения ускорения мы пользуемся формулой

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (4),$$

Где: ΔV – скорость пули;

Δt – время одного выстрела;

$$\Delta V = V_{кон.} - V_{нач.} \quad (5),$$

Где: $V_{кон.}$ – скорость пули после вылета из канала ствола.

$V_{нач.}$ – скорость пули в начале выстрела.

$V_{кон.}$ можно найти по формуле:

$$V_{кон.} = 3 \frac{F \Delta t}{l m a} \quad (6),$$

Где: F – сила отдачи;

l – длина оружия;

$m a$ – масса винтовки.

Для определения массы противовеса мы воспользуемся формулой

$$m_{прот.} = \frac{F}{a} \quad (7).$$

Зная тактико - технические характеристики снайперской винтовки мы произведём расчеты по определению массы противовеса. Зная скорости пули при выстреле, мы подставим эти данные в формулу (5).

Чтобы определить ускорение мы подставим полученные значения в формулу (4). Зная эти значения, можем найти силу которая действует на стрелка при стрельбе. Для того чтобы найти массу противовеса эти результаты подставим в формулу (7). Из этого формула мы определили массу противовеса. Которая необходима для сбалансирования силы и погашения угла бросания.

Сейчас во многих странах стоит вопрос, до какого предела и какой ценой совершенствовать снайперскую винтовку. Последние десять процентов улучшения показателей составляют шестьдесят процентов всех затрат на разработку. Дорогое оружие не пользуется спросом на рынке. Поэтому, полагаем, нам скорее всего придется подождать несколько лет, прежде чем появится действительно что-то новое в области оружия и не столь дорогое.

Библиографический список:

1. Губин С.Г. Подготовка снайпера// учебное пособие – Душанбе.: 201-я Военная база, 2008. – 132 с.
2. Наставление по стрелковому делу. 7,62 – мм снайперская винтовка Драгунова (СВД). – М.: Воениздат. 1967г.
3. Губин С.Г. Эффективность стрельбы из вооружения боевых машин и стрелкового оружия// учебное пособие - Новосибирск.: СГГА, 2012. – 158 с.
4. Алферов В.В. Конструкция и расчет автоматического оружия. – М.: 1977.

УДК 608.2

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ЛИНИИ ВИЗИРОВАНИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Бондарь М.Н.

max_bond@mail.ru

В статье проведен анализ тенденций развития систем стабилизации. Описана структура и принцип работы современного варианта изделия. Предложено повысить быстродействие и надежность прибора за счёт использования твердотельного волнового гироскопа (ТВГ).

В связи с развитием оптических технологий, особую значимость приобретают системы стабилизации линии визирования (ЛВ). Потребность в изучении таких систем возникает при разработке оптических приборов на подвижных основаниях. Данная система позволяет сохранить ЛВ неподвижной, за счёт компенсации собственного углового перемещения оптической системы [1], чтобы предотвратить смазывание изображения или дрожание видео.

В фототехнике стабилизация изображения особенно важна во время дрожания камеры при съемке на длинных выдержках и значительном фокусном расстоянии объектива. Наличие такой системы у бинокля позволяет реализовывать большое увеличение и при этом эффективно применять такой бинокль при наблюдении без использования опоры. Система стабилизации линии визирования применяется в гиростабилизаторах установленных на военной технике [2]. Например, она позволяет сохранять линию прицеливания неизменной, не смотря на любые колебания танка или самолёта.

В общем, существуют два метода стабилизации: оптический и цифровой [3]. Оптическая стабилизация механически компенсирует дрожание оптической системы, тем самым стабилизирует линию визирования. Цифровая стабилизация представляет собой цифровую обработку изображений, в результате чего изображение поворачивается на рассчитанный угол. Также возможные гибриды двух типов, различные

комбинации и реализации [4].

В известных системах стабилизации [5], использовались гироскопы, параметры которых не соответствуют современным требованиям по надёжности, стабильности преобразования и шумовой составляющей выходного сигнала и т.д. Решением поставленных задач, стали гироскопы нового поколения: лазерные (ЛГ), волоконно-оптические (ВОГ) и твердотельные волновые (ТВГ).

Сравнивая их основные характеристики [6], можно сделать вывод, что имея преимущества по массогабаритным характеристикам, надёжности и стоимости при одинаковых ТТХ, ТВГ обладает уникальной способностью хранения инерциальной информации при перерывах питания, что особенно важно при построении систем, так как позволит снизить требования к системе питания.

Если рассматривать систему стабилизации с точки зрения теории автоматического управления, то она включает в себя гироскоп, двигатель, микроконтроллер и оптику (Рис.1). Объектом управления здесь является гирорама на которой находится гироскоп и оптический блок. Цель стабилизации - поддержание постоянного положения в пространстве гироскопа и оптического блока по двум осям. В этой системе гироскоп служит в качестве датчика угловой скорости. Сигнал с гироскопа это и есть ошибка рассогласования, которую система должна свести к нулю.

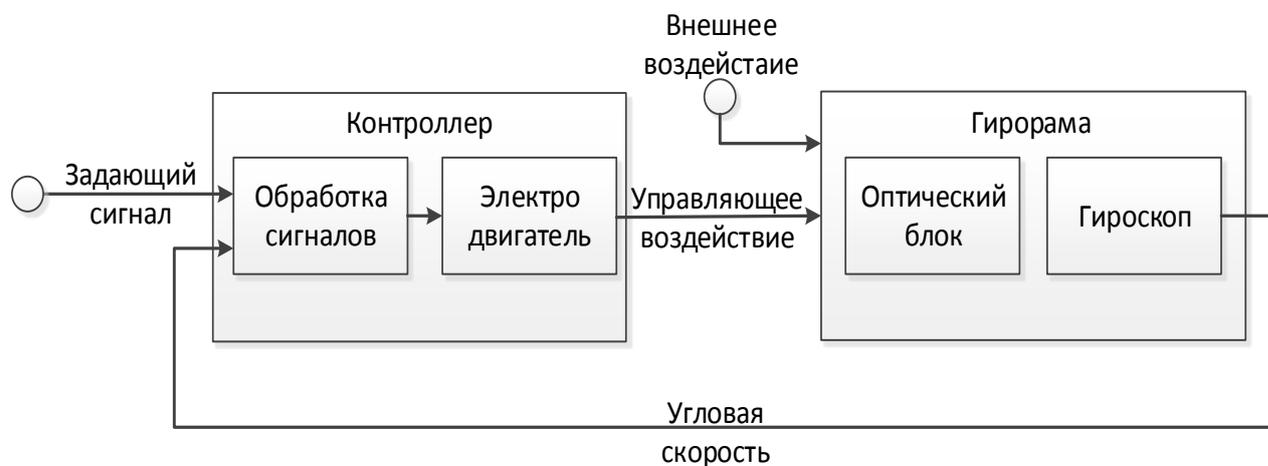


Рис. 1. Блок схема системы стабилизации

Регулятором в данной системе является микроконтроллер. Он принимает сигнал от гироскопа, обрабатывает его (преобразует ошибку в управляющее воздействие) и формирует сигнал, подаваемый на двигатель, который в свою очередь приводит в движение гирораму.

Для усовершенствования системы стабилизации в целях повышения быстродействия прибора предлагается использовать современные элементы: ТВГ - для вычисления параметров текущего положения в пространстве, и сигнального контроллера - для обработки данных и управления двигателем.

Библиографический список:

1. Бесекерский В.А., Фабрикант Е.А. “Динамический синтез систем гироскопической стабилизации”, издательство “Судостроение”, 1968. – 348 с.
2. Кулешов А.В. “Гиростабилизаторы киноаппаратуры (опыт разработки и применения)”, 2013. – 11 с.
3. David Sachs, Steven Nasiri, Daniel Goehl. “Image Stabilization Technology Overview”. www.invenSense.com. Santa Clara, CA, 2013. – 18 с.
4. Greg Scoblete, “Understanding Optical & Digital Image Stabilization”. www.camcorders.about.com, 2013.
5. Пельпор Д.С., Михалев И.А., Бауман В.А. “Гироскопические системы ориентации и стабилизации”. издательство “Машиностроение”, 1982 г. – 424 с.
6. Измайлов Е.А., Чесноков Г.И., Троицкий В.А., Гордосевич А.А «Гироскопия и навигация», 1995г.

УДК 67.02

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОБШИВОК
ДВОЙНОЙ И ЗНАКОПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ
ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

¹ Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

² Филиал ОАО Компания "Сухой"- Новосибирский авиационный завод
им В.П. Чкалова, г. Новосибирск

Борисов В.В.¹, Гаркунов А.А.², Бобин К.Н.¹

Vladislav10101@mail.ru

В настоящее время в самолетостроении всё чаще начинают применять титановые сплавы, потому что они имеют лучшие характеристики по сравнению с традиционными материалами (дюралюминием): малый удельный вес, высокие прочностные характеристики, коррозионностойкость и жаростойкость.

Одной из частей конструкции самолёта, к которому предъявляются высокие требования по изготовлению деталей и сборке узла, является хвостовой кок (ХК). ХК служит продолжением фюзеляжа самолёта, а так же носителем теоретического контура. Отклонения при изготовлении обшивок больше допустимых пределов от теоретического контура влияют на качество сборки ХК с фюзеляжем и отрицательно сказываются на лётно-технических характеристиках самолёта. Поэтому при изготовлении обшивок ХК отклонения от теоретического контура должны быть минимальны.

Обшивка ХК имеет форму знакопеременной кривизны. Её изготавливают методом обтяжки по болванке на прессе с нагревом. Обшивка предварительно нагревается на прессе за счёт пропуска электрического тока через зажимы, а болванка остаётся в холодном состоянии. После окончания нагрева проводится обтяжка. Обшивка имеет малую толщину и массу, тогда как болванка имеет большую массу, поэтому происходит быстрое остывание обшивки. Так как обшивка знакопеременная (имеет выступы и впадины), то при ее обтяжке не обеспечивается плотное прилегание к болванке из-за недостаточной текучести материала в холодном состоянии.

Для устранения существующего недостатка предлагается производить обтяжку обшивок на болванках с электроподогревом. Во внутреннюю часть стальной болванки устанавливаются ТЭНы (трубчатый электрический нагреватель), которые нагревают поверхность болванки до 300⁰С. При нагреве болванки обшивка не будет так быстро остывать, как в предыдущем случае, тем самым, будет увеличиваться текучесть материала, а значит, будет лучшее прилегание обшивки к болванке. Кроме того, деталь будет полностью сохранять заданную форму из-за меньшей величины пружинения нагретой обшивки. Таким образом, повышается качество геометрии обшивки и соответствие её теоретическому контуру.

Библиографический список:

1. Технология производства титановых самолётных конструкций / А.Г. Братухин, Б.А. Колачев, В.В. Садков и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.
2. Трубчатые электрические нагреватели и установки с их применением/ Ю.А. Белавин, М.А. Естигнеев, А.Н. Чернявский. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 160 с.

УДК 533.6

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ПО МИНИМИЗАЦИИ ИНДУКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С. А.

Чаплыгина, г. Новосибирск

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Борисова В. Г.

sa01borisova@gmail.com

Еще в начале прошлого века было установлено, что минимальное индуктивное сопротивление достигается в случае распределения по размаху циркуляции скорости по эллиптическому закону (плоское эллиптическое

крыло в плане). В 70-е года прошлого века Уиткомб (США) предложил для уменьшения сопротивления специальной формы вертикальные концевые крылышки. Проводились многочисленные экспериментальные и расчетные исследования по определению эффективности концевых крылышек. Но при этом геометрия основного крыла оставалась неизменной.

В связи с этим стал актуальным вопрос качественного и количественного исследования совместной конфигурации крыла и концевых крылышек, благодаря которой будет достигаться максимальное эффективное влияние концевых крылышек и, соответственно, минимальное индуктивное сопротивление. Данная задача рассматривалась численно и теоретически в рамках идеальной жидкости, с учетом только лишь таких конструктивных частей ЛА как крыло и концевые крылышки. В основе метода расчета лежит замена несущих вихрей системой дискретных П-образных вихрей. Сначала этот подход был проверен на прямых расчетах крыльев разной формы в плане на базе итерационного метода. Доказано хорошее соответствие с точными решениями. Затем П-образные вихри были использованы в задачах оптимизации на базе метода множителей Лагранжа.

Оптимизация не стреловидного крыла с хорошей точностью дает эллиптический закон распределения циркуляции Γ по размаху крыла. Эта программа, написанная на базе языка программирования FORTRAN, была использована для расчета более сложных несущих систем: V-образных крыльев, кольцевого крыла, нижней половины кольцевого крыла и крыльев с вертикальными концевыми шайбами различной высоты. Анализ полученных данных показал, что при расчете V-образного крыла наименьшее индуктивное сопротивление наблюдается при наибольшем рассмотренном $\psi=45^\circ$. Но подобная конструкция неудачна с точки зрения прочностных характеристик. При рассмотрении кольцевого крыла и нижней половины кольцевого крыла было установлено, что с учетом заданного коэффициента подъемной силы кольцевое крыло оптимальнее плоского эллиптического, так как оно распределяет нагрузку на верхнюю и нижнюю половины крыла. Результаты расчета нижней половины кольцевого крыла дают отличный от эллиптического закона характер распределения циркуляции по размаху, причем оптимальный с точки зрения минимизации индуктивного сопротивления. Замечено, что увеличение числа разбиений для представленных задач существенно повышает точность полученных решений. Так при $n=100$ ошибка Sx_i по сравнению с точным решением составляет менее 1%. Также было начато исследование крыльев с вертикальными концевыми шайбами различной высоты $l_z=2, 5, 10$ (размах крыла был взят равным $l=20$). На данном этапе расчеты показали, что наилучшим результатом с точки зрения минимизации коэффициента индуктивного сопротивления является крыло с максимальной по высоте вертикальной концевой шайбой. Были рассмотрены реальные по высоте концевые шайбы $l_z=0.5, 1, 1.5, 2$, результаты расчета которых также подтверждают, что крыло с более высокой концевой шайбой ($l_z=2$) имеет наименьший коэффициент индуктивного сопротивления.

Помимо этого имеют большое значение соотношение шагов разбиения крыла и концевой шайбы. В случае, когда шаг разбиения крыла был больше или меньше шага разбиения концевой шайбы, были замечены сильные осцилляции распределения циркуляции вблизи стыка конца крыла и концевой шайбы. Равный шаг, наоборот, дает наиболее гладкое и устойчивое решение (рис. 1).

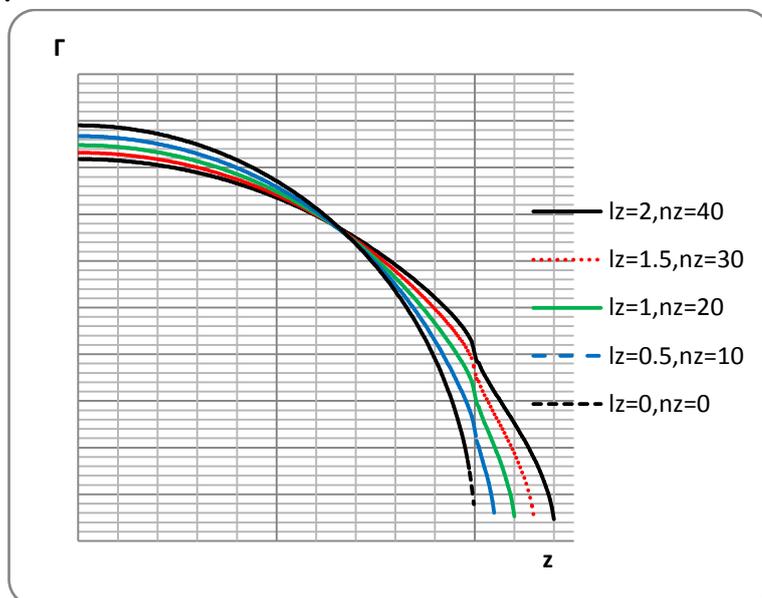


Рис.1. Распределение циркуляции Γ по консоли крыла с концевой шайбой; l_z -высота шайбы, n_z -количество разбиений шайбы

Анализ графика показывает, что оптимизацию крыла с концевыми крылышками необходимо проводить только в совместной конфигурации, так как распределение циркуляции в этом случае сильно отличается от эллиптического закона, а, следовательно, и крыло имеет другие геометрические характеристики. При дальнейшем изучении данной задачи будет проводиться более детальное исследование этих характеристик.

Работа выполнялась под руководством Силантьева В. А.

УДК 004.932.2: 681.782.473

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ В СИСТЕМАХ АВТОСОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Новосибирский государственный технический университет,
г.Новосибирск

Борисова И.В., Яковлев Г.Д.
studentmmf@gmail.com

В работе рассматривается задача автосопровождения объекта, находящегося на сложном естественном фоне. Задача осложняется отсутствием априорных сведений о яркости объекта и его контрасте относительно фона, в том числе о знаке контраста. Кроме того, возможно

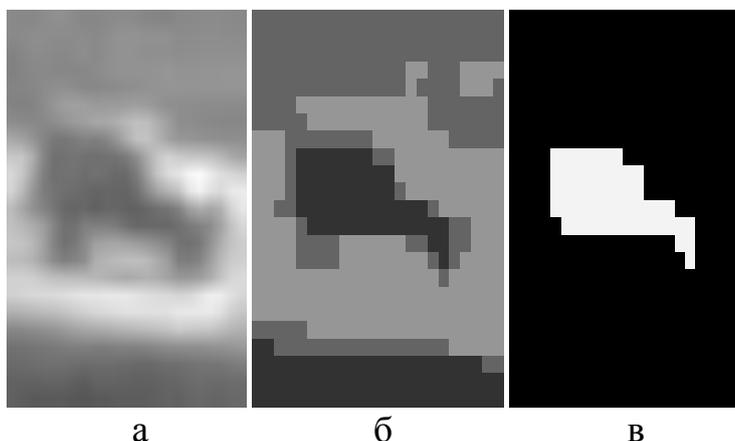
частичное заслонение объекта и кратковременное полное заслонение элементами фона. В качестве эталонного объекта фигурирует фрагмент реального изображения, указанный оператором или выделенный системой обнаружения.

Для обнаружения и опознавания объекта в кадрах видеопоследовательности предлагается использовать признаки его формы.

Для выделения формы объекта предлагается проводить сегментацию фрагмента изображения по гистограмме яркости с использованием дискриминантного критерия [1]. В классическом алгоритме ищется пик критериальной функции, однако, на изображениях со сложным неоднородным фоном гистограмма критериальной функции чаще всего мультимодальна. По такой гистограмме возможно проводить сегментацию на столько классов, сколько получено локальных пиков [2]. Пороги, ограничивающие области, выставляются по точкам минимума гистограммы D . Пример такой сегментации приведен на Рис. 1.

Далее необходимо найти сегмент изображения, соответствующий объекту. При обработке первого эталона выбирается сегмент, расположенный ближе к центру фрагмента. Точкам этого сегмента присваивается значение 1, остальным – значение 0.

Поскольку объект и фон могут иметь точки с одинаковыми значениями яркости, в выбранном сегменте кроме объекта присутствуют точки фона. Для того чтобы их удалить производится проверка на связность отсчетов, движение осуществляется от центра фрагмента по спирали. Тем самым удаляются отдельные пятна, не связанные с центральным объектом. Критерием остановки является отсутствие отсчетов, принадлежащих объекту за один «виток» спирали. Результаты обработки приведены на Рис.1г. В текущем кадре формируется зона поиска, в пределах которой ведется поиск объекта. Сегментация проводится по всей зоне поиска, поскольку аппаратная реализация не позволяет проводить обработку отдельно каждого фрагмента, соответствующего размерам эталона.



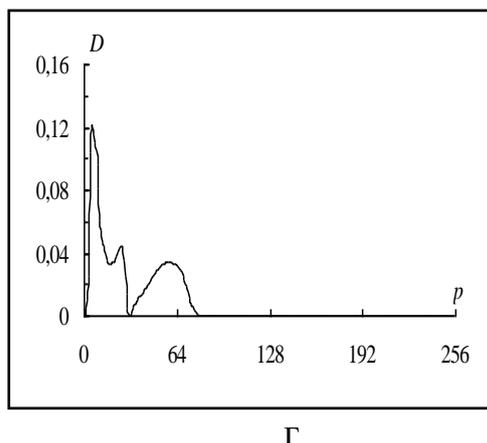


Рис. 1. Сегментация по дискриминантному критерию:
 а) фрагмент изображения, б) сегментированный фрагмент изображения, в) форма объекта, г) гистограмма критериальной функции

После формальной сегментации по дискриминантному критерию, вообще говоря, неизвестно какой именно сегмент яркости соответствует объекту. Поэтому проводится процедура выделения всех связанных «пятен», для каждого из которых вычисляются площадь и геометрические размеры. Для дальнейшей обработки остаются только пятна с размерами, соответствующими эталонным [3]. Пример сегментации приведен на Рис. 2, для наглядности каждому связанному пятну присвоено свое значение псевдояркости.

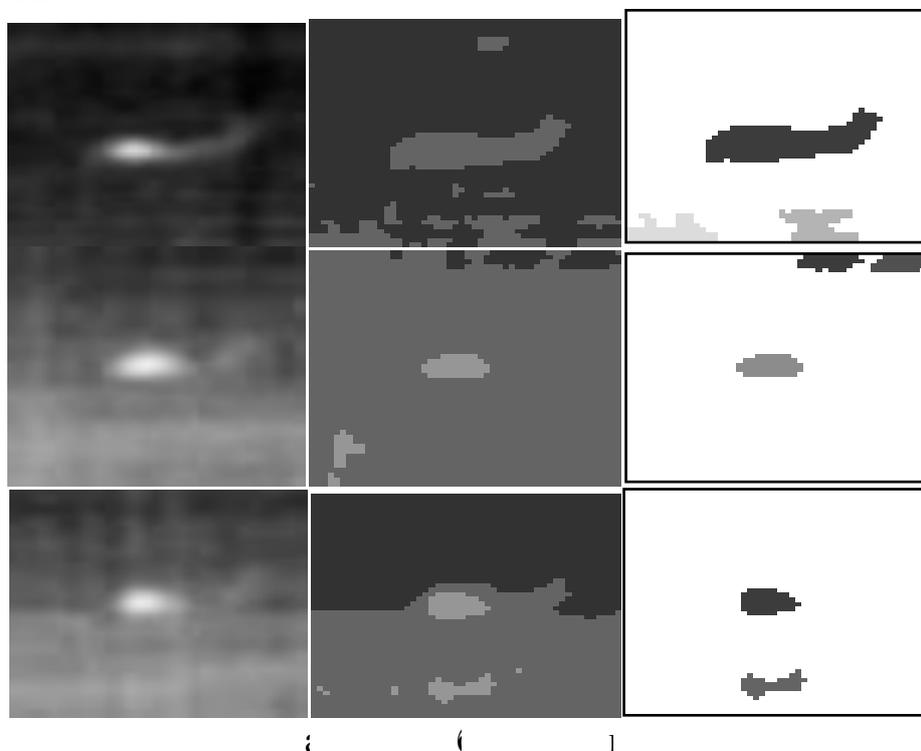


Рис. 2. Сегментация зоны поиска:
 а) исходные изображения; б) сегментация по дискриминантному критерию; в) отобранные потенциальные объекты

Работа следящей системы выглядит следующим образом. Выделенная форма эталона из предыдущего кадра хранится в запоминающем устройстве. В текущем кадре формируется зона поиска, выполняется сегментация и отбор связных пятен. Выбранные пятна поточечно сравниваются с эталоном, локация выполняется по максимуму совпадений. Обновление эталона происходит после каждого кадра.

Для более устойчивого слежения и возможности продолжать автосопровождение объекта в том случае, когда видна лишь часть объекта или он на некоторое время совсем пропадает из поля зрения, используется динамическая мера близости [4, 5]:

$$S(i, j, 1) = 1, \quad 1 \leq S(i, j, t) \leq K \quad \forall i \in [1, N_1], \forall j \in [1, N_2]$$

$$S(i, j, t) = \begin{cases} S(i, j, t-1) + \tau_1, & \text{если } u(i, j, t-1) = u(i, j, t); \\ S(i, j, t-1) - \tau_2, & \text{если } u(i, j, t-1) \neq u(i, j, t) \end{cases}$$

где $\tau_1, \tau_2 > 0$ - постоянные величины, число $t-1$ определяет количество перезаписей эталона, $u(i, j, t)$ - значение кода точки (i, j) эталона на шаге t , K - пороговое значение, $N_1 \times N_2$ - размеры эталона.

Смысл динамической меры близости состоит в том, что элементы эталона, не изменяющие свое значение от кадра к кадру, будут иметь больший "вес" по сравнению с остальными. При устойчивом слежении в случае динамической цели элементы матрицы S , соответствующие объекту, будут иметь большие значения, нежели фоновые элементы. При исчезновении объекта матрица S некоторое время сохраняет информацию о нем. Через некоторое количество кадров, определяемое величинами τ_1 и τ_2 , информация об объекте стирается из кратковременной памяти, если объект снова не появится в поле зрения следящей системы. Значения матрицы S могут неограниченно расти, поэтому необходимо ограничить их рост пороговым значением K . Это число определяется количеством сравнений эталона, после которого получается установившаяся матрица.

Функция сходства с эталоном:

$$F(x, y, t) = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} u(i, j, t-1) u_{x,y}^f(i, j) S(i, j, t-1),$$

где $u_{x,y}^f(i, j)$ - значение кода точки (i, j) текущего сегментированного фрагмента с координатами в зоне поиска (x, y) .

Обязательным условием устойчивого сопровождения является использование систем контроля правильности определения текущих координат наблюдаемого объекта [6]. Полученные координаты сравниваются с предсказанными по предыдущим результатам и по величине невязки делается вывод о достоверности обнаружения. Если зафиксирован срыв слежения, то перезапись эталона запрещается до тех пор, пока объект не будет обнаружен.

Описанный алгоритм отображен на Рис.3, приведена последовательность кадров (межкадровый интервал равен 4) с обнаруженными объектами, текущими эталонами и соответствующими

матрицами динамической меры близости (эти матрицы показаны в контрастированном виде). Легко заметить, что при частичном заслонении объекта элементами фона (кустами) эталонная форма содержит некоторые элементы фона, но использование матрицы S предотвращает срыв слежения.

Рассмотренный метод сегментации изображений и автосопровождения объектов эффективен, если параметры движения объекта и носителя, на котором установлен датчик изображений, обеспечивают сопоставимость кадров в темпе перезаписи эталона.

Основные трудности в обнаружении объекта заключаются в присоединении низкоконтрастных частей объекта к фону. Это уменьшает вычисленную площадь объекта и может вызвать срыв слежения. Данный метод не исключает применения яркостной корреляции, которая может проводиться в пределах выделенной эталонной формы, а также использования характерных геометрических признаков объектов.

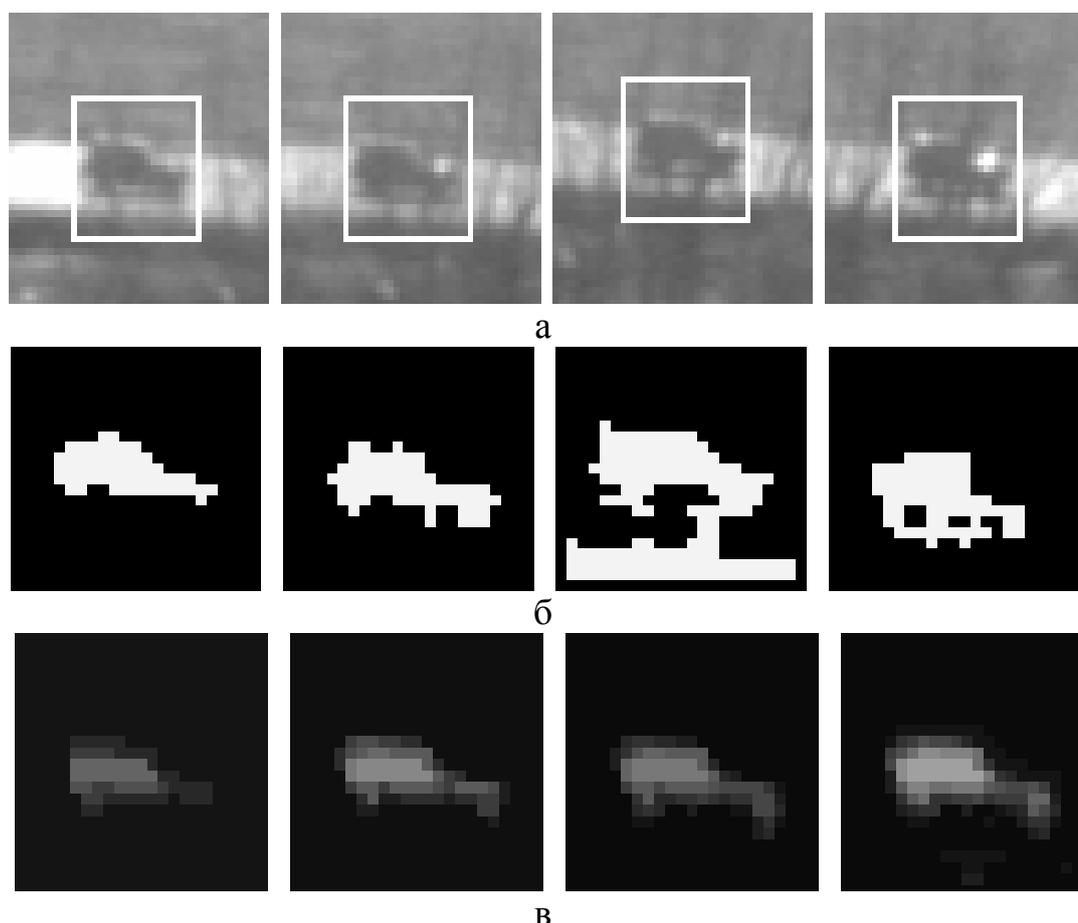


Рис. 3. Сопровождение объекта: а – обнаруженные объекты, б – текущий эталон, в - матрицы динамической меры близости

Дополнительные сложности возникают при изменении наблюдаемого размера объекта, например, при сопровождении объекта на встречном курсе. В этом случае необходимо увеличивать размер эталона.

Также возможно использование пирамидальных эталонов, т.е. переход к сопровождению по характерным деталям объекта.

Библиографический список:

1. Бакут П.А., Колмогоров Г.С. Сегментация изображений: методы выделения границ областей // Зарубежная радиоэлектроника. 1987. № 10. С.25-47.
2. Борисова И.В. Сегментация и автосопровождение объектов на сложном подстилающем фоне // Оптический журнал.-2011.- т.78, №5.- С.27-30.
3. Борисова И.В. Применение дискриминантного анализа для сегментации и автосопровождения объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Электронный научный журнал /под ред. С.С.Садыкова, Д.Е.Андрианова; web-мастер А.В.Булаев. Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ .- 2012.- Вып. 2(20). Режим доступа: http://amisod.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=126:amisod-2012-2-20-borisova&catid=20:amisod-2012-2-20
4. Попов П.Г. Динамическая мера близости изображений: Часть I: Выделение движения // Автометрия. 1994. № 1. С.60-67.
5. Попов П.Г. Динамическая мера близости изображений: Часть II: Кратковременная память. Системы контроля//Автометрия. 1994. № 2.С.47-54.
6. Эльясберг П.Е. Определение движения по результатам измерений. М.: Наука, 1976.

УДК 629.7.048.7

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИАТОРОВ

«Новосибирский Государственный Технический Университет»,

г. Новосибирск

Боровиков С.С.

pouls_1994@mail.ru

Важное звено любой системы отопления – радиатор, который устанавливается в каждом из обогреваемых помещений. Именно этот прибор отвечает за то, насколько комфортные условия проживания будут созданы в вашей квартире или частном доме. Как правильно подойти к выбору батареи отопления, чтобы хорошо грела, красиво выглядела и по цене не «кусалась»? Так сразу ответить на этот вопрос непросто – необходимо учесть много нюансов.

Подводя итог сравнительной характеристике различных видов отопительных приборов, можно выделить такие основные моменты.

Для централизованной открытой тепловой сети, присутствующей в многоэтажных зданиях, как и много лет назад, наилучшим вариантом остается чугунный радиатор. Он устойчив к воздействию воды плохого качества, циркулирующей по нашим трубопроводам, и прослужит много лет. «Гармошка» выдержит перепады давления и гидроудары, при этом эффективно нагреет воздух в помещении. Небольшая цена данного вида отопительного прибора делает его вполне доступным для каждого. Однако, высокая инертность чугуна не позволит комбинировать такой радиатор совместно с терморегулятором.

Неплохая альтернатива чугунной батарее в условиях многоквартирных домов – биметаллический радиатор отопления на основе стали с алюминием или медью. Сталь обладает достаточной жесткостью и коррозионной устойчивостью, чтобы противостоять гидроударам и неблагоприятному химическому составу воды в центральной системе, а алюминий или медь компенсируют не самую выдающуюся теплоотдачу стали. Однако, высокая стоимость биметаллических радиаторов не позволяет сказать, что это будет лучший вариант батареи отопления, какую можно выбрать для квартиры.

Для закрытых систем отопления, присутствующих в частных домах, выбрать радиаторы отопления, как правило, проще – здесь нет завышенного давления в отопительной системе, а вода проходит подготовку, прежде чем попасть в трубопровод. Поэтому, оптимальный вид отопительного прибора для дома – алюминиевый. Его цена доступна, дизайн хорош, теплоотдача высока. Низкая инертность такого обогревательного радиатора позволит применять его совместно с системой терморегуляции.

Неплохая альтернатива алюминиевым батареям в условиях автономного теплоснабжения – стальные радиаторы. Обладая более низкой теплоотдачей, чем алюминиевые, стальные приборы для обогрева имеют много преимуществ – небольшой вес, низкая инерционность, приятный дизайн, привлекательная цена.

Стальные и алюминиевые радиаторы выпускаются грунтованными по внутренней плоскости нагревательного элемента для предотвращения коррозии от агрессивной среды теплоносителя. Окалина и частицы ржавчины, присутствующие в теплоносителе открытых систем отопления, приводят к механическому разрушению грунтовочного слоя внутри данных радиаторов, поэтому производители рекомендуют их эксплуатировать в закрытых системах отопления частных домов. Неплохим вариантом для открытых централизованных систем может стать медный радиатор.

Библиографический список

1. Дьяченко Ю. В. Особенности работы авиационных систем кондиционирования на влажном воздухе : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Дьяченко, А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. – 83 с.

2. Дьяченко Ю. В. Системы жизнеобеспечения летательных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 512 с. – (Учебники НГТУ).

3. Чичиндаев А. В. Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников. Часть 1. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов / А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 400 с. – (Учебники НГТУ).

4. Чичиндаев А. В. Влияние воздушно-испарительного охлаждения на эффективность работы воздушно-жидкостного теплообменника / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 3. – С. 73-75.

5. Чичиндаев А. В. Особенности теплопередачи в компактном теплообменнике при фазовых переходах в теплоносителях / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 4. – С. 45-48.

6. Чичиндаев А. В. Особенности оптимизации теплообменника-конденсатора с противообледенительной системой / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2006. – № 1. – С. 3-6.

УДК 533.6.013.12

АППРОКСИМАЦИЯ ЗАКОНА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА 1943 ГОДА

¹Нижнетагильский институт испытания металлов,
г. Нижний Тагил

²Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ,
г. Нижний Тагил

Бочкарев С.О.^{1,2}, Кравченко Н.С.²
sergiusnick@yandex.ru

Основная задача внешней баллистики – определение движения центра масс летательного аппарата, происходящего под действием внешних сил и заданных начальных условий [1]. Одной из этих сил является сила лобового сопротивления (формула 1).

$$F = C_x \cdot \frac{\rho v^2}{2} S, \quad (1)$$

где F – сила сопротивления;

ρ – плотность среды (воздуха);

v – скорость;

S – площадь миделя (наибольшего сечения);

C_x – коэффициент лобового сопротивления;

Исходными данными в исследовании служат работы Сиаччи, который обобщил данные экспериментов и получил следующую эмпирическую формулу для снарядов (формула 2) [2]

$$C_x = \frac{0,2002v - 48,05 + \sqrt{(0,1648v - 47,95)^2 + 9,6} + \frac{0,0442v(v - 300)}{371 + \left(\frac{v}{200}\right)^{10}}}{0,000474v^2}, \quad (2)$$

где v – скорость;

Однако формула выведена для устаревших тупоголовых снарядов. После появления современных дальнобойных снарядов были созданы новые законы сопротивления воздуха.

Наиболее распространенным в России (ранее – в СССР) является закон сопротивления воздуха 1943 года, но до сих пор отсутствует представление этого закона в виде непрерывной функции от скорости, что затрудняет проведения расчетов на ЭВМ.

В работе [3] предложен способ приведения закона Сиаччи к закону 1943 года с помощью соответствующего коэффициента (функции) согласования в виде непрерывной функции (формула 3).

$$C_{x43}(M) = \zeta(M) \cdot C_{xSiacci}(M), \quad (3)$$

где $C_{x43}(M)$ – коэффициент по закону 1943 года;

$C_{xSiacci}(M)$ – коэффициент по закону Сиаччи;

$\zeta(M)$ – функция согласования.

При этом в работе [3] предлагается аппроксимировать функцию согласования $\zeta(M)$ полиномом 3-го порядка. Результат согласования представлен на рисунке 1 (зависимость от числа Маха).

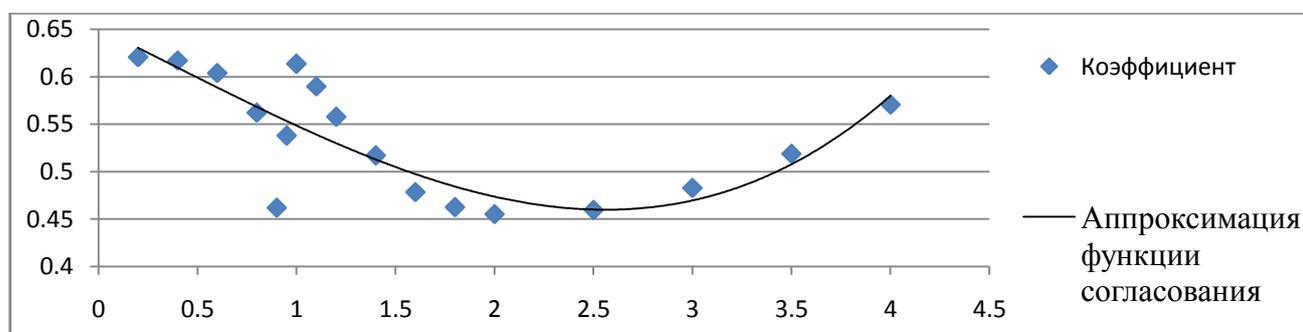


Рис. 1. Аппроксимация функции согласования

Несмотря на то, что в целом аппроксимирующая кривая достаточно близка к табличной зависимости, на участке от 0,8M до 1,2M указанная

зависимость является достаточно сложной, поэтому можно предложить более точную формулу. Основная идея заключается в разбивке всего диапазона на 4 участка и построение на каждом участке функции аппроксимации в виде полинома невысокого порядка, как показано на рисунке 2 (график построен по данным, представленным в [3]).

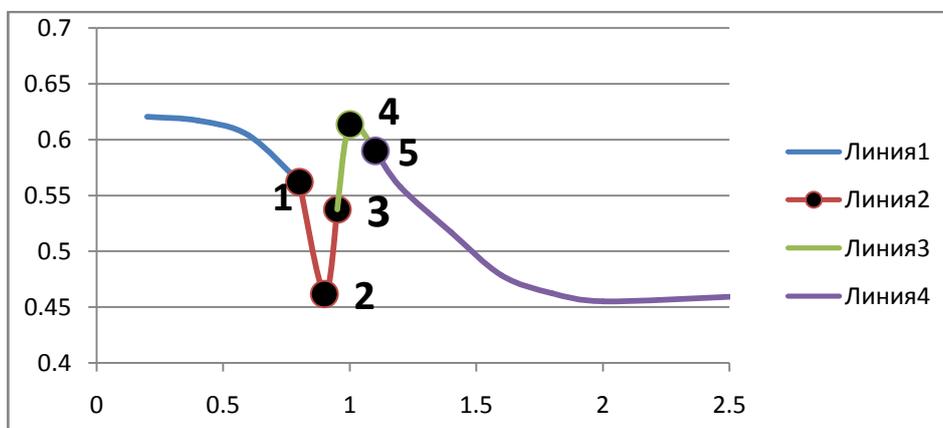


Рис. 2. Разбивка функции аппроксимации на участки и характерные точки

Отдельно маркерами на графике отмечены точки экстремума и точки перегиба. Теперь необходимо определить степень и коэффициенты полиномов на каждом участке. После расчетов на основе данных по закону 1943 года, представленных в [3] и формулы Сиаччи, получили зависимости, показанные в таблице 1.

Табл. 1. Аппроксимирующие полиномы

Участок	Диапазон, М	Аппроксимирующий полином
-1	$< 0,8$	$\zeta(M) = -0,3877 M^3 + 0,3425 M^2 - 0,114 M + 0,6327$
1-2-3	$0,8 \div 0,95$	$\zeta(M) = 16,794 M^2 - 29,554 M + 13,457$
3-4-5	$0,95 \div 1,2$	$\zeta(M) = -11,687 M^2 + 24,305 M - 12,005$
5-	$1,2 <$	$\zeta(M) = 0,0107 M^4 - 0,131 M^3 + 0,6175 M^2 - 1,2671 M + 1,39$

В итоге формула закона 1943 года получилось сложной, но тем не менее проще, чем в случае полной интерполяции.

Результаты расчетов по полученной форме и табличные данные приведены в таблице 2, сравнения даны в таблице 3.

Табл. 2. Коэффициент лобового сопротивления по разным функциям аппроксимации $\zeta(M)$

M	$C_{X_{43}}(M)$	$\zeta(M) \cdot C_{X_{Siacci}}(M)$ в [3]	$\zeta(M) \cdot C_{X_{Siacci}}(M)$ расчетные
0,20	0,158	0,1576	0,1572
0,40	0,158	1,1577	0,1572
0,60	0,157	0,1570	0,1572
0,80	0,160	0,157	0,1599
0,90	0,183		0,1826
0,95	0,259		0,2565
1,00	0,335	0,3454	0,3347
1,10	0,378		0,3765
1,20	0,385	0,387	0,3785
1,40	0,378	0,376	0,3747
1,60	0,351	0,3556	0,3532
1,80	0,332	0,3344	0,3323

Табл. 3. Погрешность коэффициента лобового сопротивления по разным функциям аппроксимации $\zeta(M)$

M	Погрешность по [3], %	Погрешность по расчетам, %
0,20	-0,25	-0,47
0,40	-0,19	-0,47
0,60	0	0,16
0,80	-1,88	-0,00
0,90		-0,20
0,95		-0,94
1,00	3,10	-0,08
1,10		-0,37
1,20	0,52	-1,68
1,40	1,31	-0,85
1,60	1,31	0,63
1,80	0,72	0,09

При расчете по измененной функции аппроксимации модуль максимальной погрешности уменьшился с 3,10% до 1,68%. Отметим, что в [3] не проводился расчет для характерных точек 0,9M; 0,95M; 1,1M, где функция изменяется наиболее сложно. Простая линейная интерполяция дает в точке 0,95M погрешность 28,95%.

Таким образом, предлагаемая методика разбивки диапазона функции аппроксимации на 4 интервала и построение на каждом из них полинома невысокого порядка дает более точное решение.

Библиографический список

1. Коробейников А.В., Митюков Н.В. Баллистика стрел по данным археологии: введение в проблемную область. – Ижевск: Изд-во НОУ КИТ, 2007. – 140 с.
2. Правдин В.М., Шанин А.П. Баллистика неуправляемых летательных аппаратов. Снежинск, Издательство РФЯЦ-ВНИИТФ, 1999, 496 с., 100 илл.
3. Ефремов А.К. Аппроксимация закона сопротивления воздуха 1943 г. //Наука и образование. Электронный научно-технический журнал, №10, октябрь 2013, с. 269-284.

УДК 532.542

ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В КАНАЛЕ СО СКАЧКОМ СЕЧЕНИЯ

Томский государственный университет, г. Томск

Бояркина К. Е.

zaidynakir@mail.ru

Течения вязкой жидкости в каналах различной конфигурации широко реализуются в технических приложениях. Одним из примеров является течение вязкой несжимаемой жидкости в канале со скачком сечения.

Характерной особенностью течения вязкой жидкости в канале с внезапным расширением является образование циркуляционной зоны в области за уступом. Размеры этой зоны меняются в зависимости от значения числа Рейнольдса.

При получении численного решения задачи о течении вязкой жидкости в канале с внезапным расширением возникает необходимость специального рассмотрения способа расчета давления во внутренней угловой точке. Кроме того, при использовании уравнения Пуассона для расчета давления требуется введение специальных процедур коррекции поля давления с целью выполнения разностного аналога уравнения неразрывности [1].

Рассматривается плоское стационарное течение вязкой несжимаемой жидкости в канале со скачком сечения. Течение описывается уравнениями Навье-Стокса совместно с уравнением неразрывности, которые в безразмерной форме имеют вид

$$U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\text{Re}} \cdot \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\text{Re}} \cdot \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0. \quad (3)$$

Здесь: U , V – составляющие вектора скорости в декартовой системе координат (x, y) ; P – давление; $\text{Re} = \frac{\rho UL}{\mu}$ – число Рейнольдса; L – характерный размер, равный полуширине узкой части канала; U – масштаб скорости, равный максимальной скорости на входе.

Вместо уравнения неразрывности используется уравнение Пуассона для давления [1]

$$\left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \right) = \frac{2}{\text{Re}} \cdot \left(\frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial x} \frac{\partial U}{\partial y} \right). \quad (4)$$

Жидкость подается в канал через входное сечение с заданным расходом, при этом используется параболический профиль продольной скорости. На выходной границе задаются мягкие граничные условия. Входная и выходная границы находятся на достаточном удалении от уступа, во избежание влияния последнего на характер течения в окрестности этих границ. На твердой неподвижной стенке реализуются условия прилипания. На линии в плоскости симметрии задаются условия симметрии.

Для получения стационарного решения задачи применяется метод установления [2].

В соответствии с алгоритмом решения задачи методом конечных разностей используется квадратная расчетная сетка. Тестовые расчеты по проверке аппроксимационной сходимости позволяют выбрать шаг сетки по пространственной переменной, равный $1/20$, для проведения параметрических исследований. Шаг по времени при этом выбирается в зависимости от значения числа Рейнольдса в результате вычислительного эксперимента.

В качестве конечно-разностного метода применяется метод продольно-поперечной прогонки [3].

Для определения значения давления в вершине выпуклого угла внутри области выбирается способ расчета, который предполагает наличие двух значений давления в этой точке [1].

При решении уравнения Пуассона для давления в правой части добавляется корректирующее слагаемое, учитывающее отличный от нуля разностный аналог дивергенции вектора скорости, что в конечном итоге приводит к выполнению разностного аналога уравнения неразрывности для установившегося решения. Методические расчеты показали, что ошибка в выполнении уравнения неразрывности с использованием коррекции не превышает 0,6 %.

Для иллюстрации картины течения используются распределения линий тока, функция тока при этом определяется в результате численного решения уравнения Пуассона с использованием установившегося поля вихря в правой

части. Для получения численного решения также используется метод продольно-поперечной прогонки. В результате параметрических расчетов установлено увеличение размеров циркуляционной зоны и интенсивности течения в ней с ростом числа Рейнольдса. Этот вывод демонстрирует рис. 1.

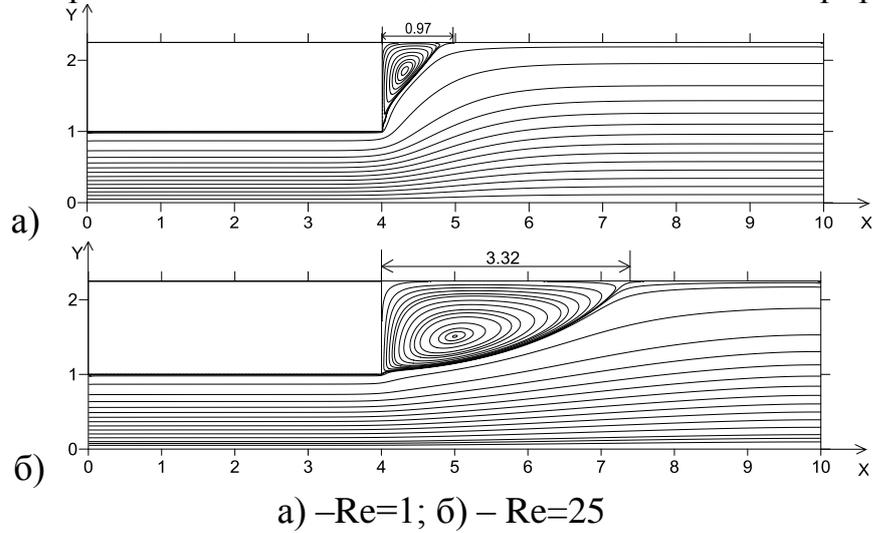


Рис.1. Распределение линий тока в канале при различных числах Рейнольдса

Точность полученных результатов контролируется выполнением закона сохранения массы вдоль канала. На рис. 2 показано изменение максимальной ошибки в сохранении расхода при увеличении Re .

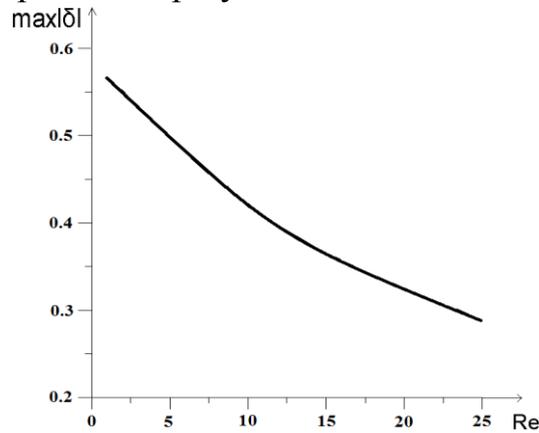


Рис.2. Зависимость максимальной ошибки в сохранении расхода от числа Рейнольдса

На рис. 3 представлены профили продольной скорости жидкости в различных сечениях канала.

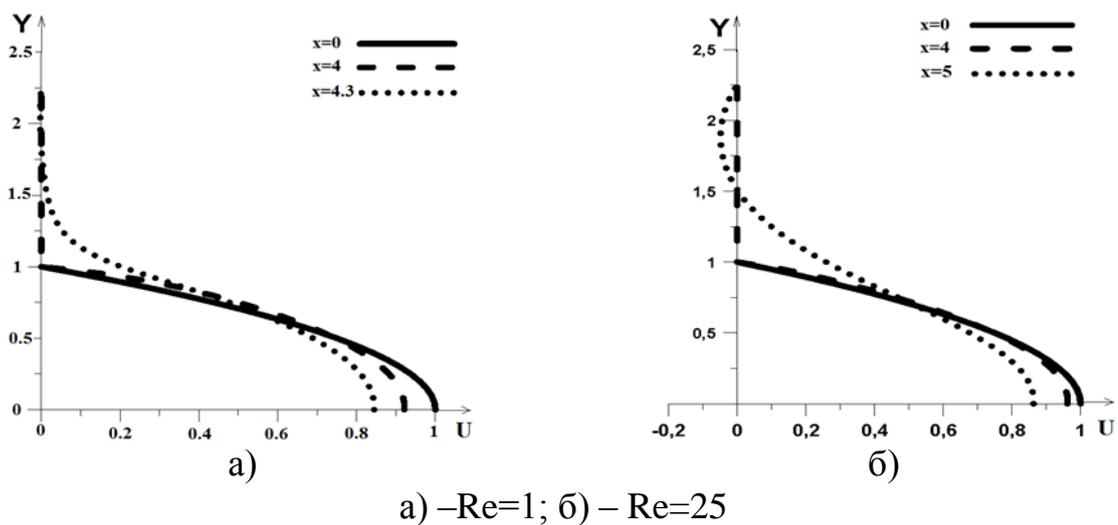


Рис.3. Профили продольной скорости

Рис. 4 демонстрирует изменение радиальной скорости в широкой части канала в зависимости от Re . Представленные рисунки позволяют выделить зону двумерного течения в широкой части канала для данных чисел Рейнольдса.

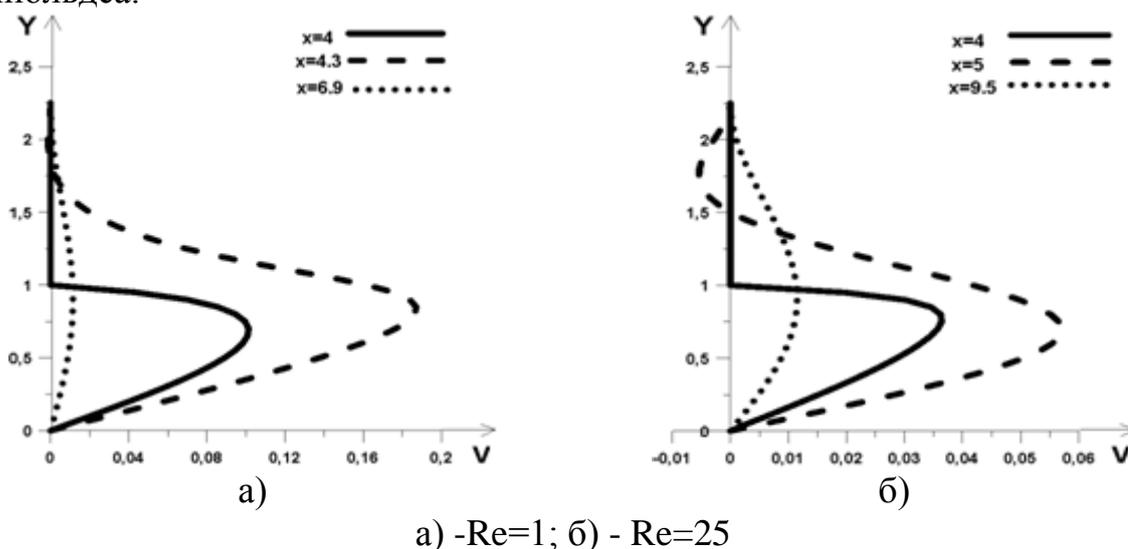


Рис.4. Профили поперечной скорости

Библиографический список:

1. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / П. Роуч ; пер. с англ.: В. А. Гущина, В. Я. Митницкого ; под ред. П. И. Чушкина. – М. : Мир, 1980. – 616 с.
2. Годунов С. К. Введение в теорию разностных схем. / С. К. Годунов, В. С. Рябенький – Физматгиз, 1962. – 340 с.
3. Самарский А. А. Теория разностных схем : учеб.пособ. / А. А. Самарский; ред. А. В. Захаров, И. М. Овчинникова.– М. : Наука, 1977. – 656 с.

ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В РАЗВИТИИ ВПК РФ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Боярчиков Е.Ю., Лаврентьева А.В.

annie1105@yandex.ru

В современном мире одним из важнейших аспектов в выстраивании системы международных отношений является национальная оборона. В Российской Федерации для обеспечения национальной безопасности в соответствии со «Стратегией национальной безопасности РФ до 2020 года»[1] предусматривается комплекс мер, среди которых большое внимание уделено вопросам экономического роста, основанном на широкомасштабном внедрении инноваций и инвестиций в человеческий капитал, науку, технологии, образование, здравоохранение.

На сегодняшний день Россия обладает неплохим оборонным потенциалом, оставшимся со времен СССР и укрепленным в ходе реализации первых этапов Государственной программы вооружения (ГПВ) 2011-2020 гг. Невысокий уровень боеготовности Вооруженных сил (ВС) совместно с низкими темпами внедрения инноваций в промышленность, науку, систему здравоохранения, образования и отрасли Военно-промышленного комплекса (ВПК) в частности затрудняют выход Российской Федерации на мировую арену в качестве сильного и полноправного игрока.

В качестве основных факторов затрудняющих внедрение инноваций в РФ являются:

- высокий уровень капитальных затрат на инновации,
- длительные сроки окупаемости,
- высокие процентные ставки по кредитам,
- высокий уровень транспортных издержек и расходов,
- зависимость от поставок иностранного оборудования и комплектующих.

Активизация экстремистских националистических организаций, усиление группировки сил НАТО вблизи границ РФ, внедрение экономической и санкционной блокады определяют актуальность и необходимость развития крупномасштабного внедрения инноваций в ВПК.

Развитие инноваций в сфере ВПК не возможно, прежде всего, без увеличения числа научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР). К факторам, оказывающим непосредственное влияние на количество и качество проводимых НИОКР в сфере национальной обороны, следует относить в первую очередь экономические, на которые влияет государственная политика.

Обращаясь к данным об объемах выделения средств на национальную оборону за последние годы можно заметить увеличение расходов на национальную оборону (см. рис.1), в то же время стоит отметить рост доли на финансирование ГПВ от ВВП. Однако многие аналитики отмечают

недостаточность объемов финансирования ВПК, задержки реального поступления средств, неизбежно приводящие к сворачиванию НИОКР. К факторам, усугубляющим ситуацию можно отнести тот факт, что основная часть техники, стоящей на вооружении, создана до 1992 года [2]. На сегодняшний день это вооружение практически полностью исчерпало свой ресурс и требует замены на высокотехнологичные образцы военной техники.

Стратегией национальной безопасности предусматривается реструктуризация, оптимизация и развитие оборонно-промышленного комплекса РФ, направленные на решение задач по всестороннему и своевременному обеспечению Вооруженных сил (ВС) современными видами вооружения и специальной техники [1]. Для этого необходимо создание полноценной системы выявления основных приоритетов, высокая кооперация науки, системы образования и промышленности, направленная на достижение высоких результатов.

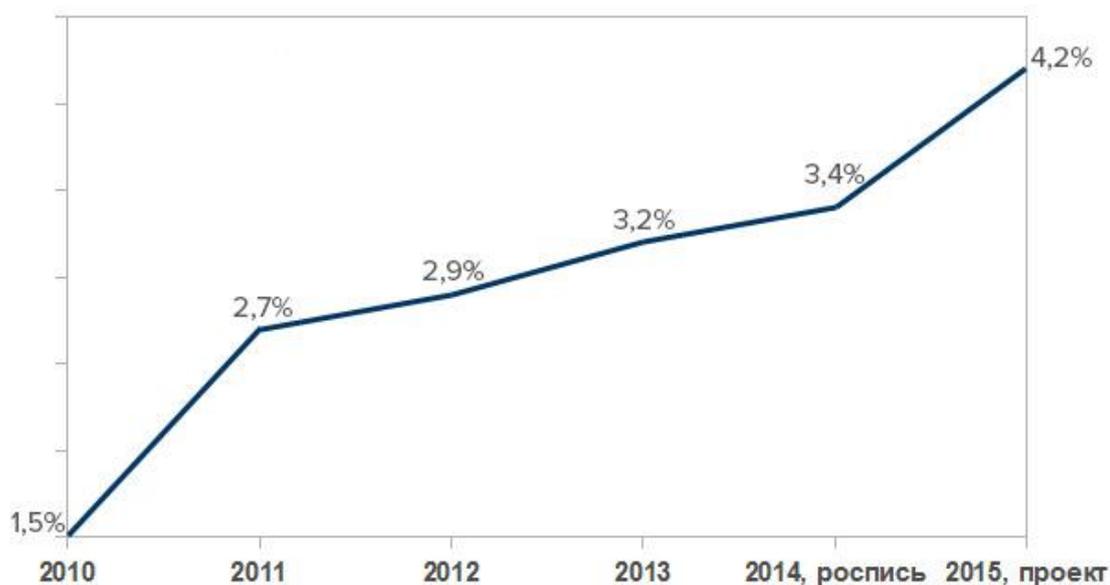


Рис. 1. Военный бюджет России, в % от ВВП [4]

Рассматривая предприятия ВПК, необходимо учитывать следующие факторы, являющиеся основополагающими в их деятельности:

- необходимость сохранения знаний,
- продолжение НИОКР,
- поддержание квалификации персонала,
- обеспечение достаточного уровня государственного оборонного заказа (ГОЗ) для поддержания полноценного уровня функционирования предприятий.

Данные факторы вместе с необходимостью устранения технологического отставания от зарубежных ВПК требуют огромных финансовых вложений. Что выводит на первое место Министерство обороны (МО) РФ как основного заказчика для отечественного ВПК.

Наряду с технологической модернизацией производственных мощностей следует формировать тесное научно-техническое сотрудничество. Государству необходимо развивать науку в данной области, повышать

уровень знаний, предоставляемый в ВУЗах, и профильных учебных заведениях с последующей целью привлечения квалифицированных кадров на производство.

В соответствии со «Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» ключевым механизмом координации между гражданским и оборонным секторами инновационной системы будет Военно-промышленная комиссия (ВПК) при Правительстве РФ. ВПК осуществляет организацию и координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти по вопросам развития оборонно-промышленного комплекса, науки и технологий в интересах обеспечения обороны страны, правоохранительной деятельности и безопасности государства. Значительная роль во взаимообмене технологиями и продуктами между гражданским и оборонным сектором, а также в совместной реализации ими исследований будет принадлежать Государственной корпорации по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции "Ростехнологии". В этих целях корпорация создаст необходимую корпоративную инновационную инфраструктуру.

Большое значение будут иметь фундаментальные исследования в сфере обороны и безопасности, к выполнению которых будут привлекаться ведущие исследовательские организации. Будет проработан вопрос создания в России обособленной структуры в области заказа и сопровождения наиболее перспективных, высокорискованных исследований. Для обеспечения координации исследовательских работ будет увеличено участие представителей Министерства экономического развития РФ и Министерства образования и науки РФ в советах директоров (наблюдательных советах) компаний оборонной направленности [3].

В стратегии национальной безопасности на период до 2020 года предусмотрено реформирование системы ГОЗ. Цель: создания процедур в будущем, дающих возможность по эффективному управлению и стимулированию ВПК, более эффективному функционированию НИОКР, и развитию финансовой инфраструктуры.

Успешная реализация мер по созданию высокотехнологичного ВПК, работающего в тесной кооперации с научными предприятиями и учебными заведениями, позволит создать комплекс, который будет являться не только определяющим фактором национальной безопасности и обороны, но так же станет фундаментом для развития и укрепления других сфер экономики.

Библиографический список:

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 12.05.2009 г. №537. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://президент.рф/ref_notes/424

2. Россия и страны мира. 2012.: Стат.сб. / Росстат. - М., 2012. – 380 с. – [Электронный ресурс]. – <http://www.gks.ru/>
3. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 г. № 2227-р).–[Электронный ресурс].–Режим доступа:<http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations>
4. Военный бюджет России, в % от ВВП: [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.minfin.ru/>

УДК 658:005.95

ИЗМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ МЕНЕДЖМЕНТА НА АВИАЦИОННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Бронникова А.И., Низовкина Н.Г., Яровикова А.А.
nizovkina@ngs.ru

В целях сохранения и развития научно-производственного потенциала авиастроительного комплекса Российской Федерации, обеспечения безопасности и обороноспособности государства, концентрации интеллектуальных, производственных и финансовых ресурсов для реализации перспективных программ создания авиационной техники было создано ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» (ОАК) [1]. Целевой установкой Корпорации на стратегическую перспективу 2025 года является достижение объема годовой выручки не менее 25 миллиардов долларов США и норматива рентабельности по чистой прибыли – не ниже 10%. При этом производительность труда должна повыситься в 7,3 раза. Это говорит о важности человеческих ресурсов. В настоящее время по объемам реализации в рейтинге журнала «Эксперт» компания занимает 39 место [2] среди крупнейших компаний страны. Для достижения цели корпорации необходимо решение ряда приоритетных задач, включая расширение присутствия организаций самолетостроения на рынке. Но международные партнеры уделяют особое внимание условиям, в которых трудятся сотрудники предприятия изготовителя. Политика зарубежных партнеров такова, что достойные условия труда являются неотъемлемой частью гарантированного обеспечения качества продукции. Технические характеристики продукции могут быть превосходными, но проверка условий на производстве заставит партнеров отказаться от сделки и цель расширения присутствия организаций самолетостроения на рынке не будет достигнута.

Ожидаемые результаты реализации Государственной программы «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы» по подпрограмме «Самолетостроение» включают:

- увеличение производительности труда промышленных организаций самолетостроения до 19 184 тыс. рублей на одного человека в год к 2025 году;
- снижение себестоимости поставляемых самолетов на основе повышения производительности труда и увеличения серийности производства, обеспечение эффективной ритмичной загрузки организаций на период реализации Программы;
- достижение к 2025 году 3,2% и 10,9% долей мирового рынка в денежном выражении в гражданском и военном самолетостроении соответственно;
- завершение формирования конкурентоспособных организаций мирового уровня с оптимальным модельным рядом;
- достижение устойчивой прибыльности организаций самолетостроения;
- достижение устойчиво положительной репутации на мировом рынке и высокой эксплуатационной надежности самолетов SSJ 100 и MC-21;
- обеспечение потребностей Российской Федерации в гражданской авиатехнике в значительной степени за счет отечественной продукции;
- увеличение роли авиационной промышленности в обеспечении национальной безопасности Российской Федерации;
- создание дополнительных рабочих мест на производстве наукоемкой продукции с высокой добавочной стоимостью;
- повышение экономических показателей ряда субъектов Российской Федерации (отчисления в бюджет, развитие инфраструктуры, благоприятные социальные условия).

Таким образом, определена российская модель реформирования авиационной промышленности, когда реформы проводятся сверху, под контролем государства и усилиями монополистического холдинга, который по мнению некоторых экспертов отличается довольно слабой внутренней интеграцией [3]. Хочется выразить надежду, что при решении всех этих задач будут учтены глобальные технологические тренды в самолетостроении [4] и фундаментальные изменения в экономике [5].

В рамках этой модели на предприятиях ОАК широко внедряется Бережливое производство. Целью данного исследования была оценка влияния внедрения новой управленческой концепции Бережливого производства на развитие одного из подразделений ОАК, а именно филиала ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова», повышение его конкурентоспособности.

Основная деятельность филиала сосредоточена на производстве боевых самолетов, авиационных комплектующих, а также предоставлении услуг по ремонту и модернизации авиационной техники. В части производства филиал выпускает фронтовой бомбардировщик Су-34 (Су-32), участвует в реализации перспективных программ – «Перспективный авиационный

комплекс транспортной авиации» и Sukhoi Superjet, производит авиационные комплектующие (катапультные устройства, балочные держатели, системы подвески грузов, носовые радиопрозрачные обтекатели для самолетов Су-30, штанги дозаправки топливом в полете). В части предоставления услуг филиал осуществляет ремонт и модернизацию самолетов Су-24М для ВВС России и Су-24МК для ВВС иностранных государств, производит стендовое и вспомогательное оборудование для ремонта и диагностики ранее реализованной авиатехники, поставляет запчасти, а также эксплуатационно-техническую и ремонтную документацию. Основными заказчиками услуг филиала по ремонту и другим видам послепродажного обслуживания самолетов Су-24 всех модификаций являются Минобороны России и Алжира.

Основными направлениями исследования, проводимыми в филиале ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова» были следующие вопросы:

1. Нужно ли повышать осведомленность или образовательный уровень рабочих для их удовлетворенности мероприятиями, организуемыми менеджментом по бережливому производству? Обследование показало, что в большинстве случаев наблюдается непонимание, неприятие мероприятий Бережливого производства. Но доля работников, отмечающих положительные последствия мероприятий растет.

2. Какова необходимость лидирующей роли (не управленческой) управленцев и передачи знаний вниз? Рабочие отмечают, что знают часто больше и лучше о своей работе, чем инженер, который возглавляет участок работ.

3. Почему бережливое производство – это стратегически нужный инструмент для выживания компании? Как узнать существуют ли другие подходы. Как они влияют на разные сектора компании? Нарушение нормального хода производственного процесса на филиале ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова» предотвращается через комплекс работ по отработке и совершенствованию используемых технологий, повышению внимания к особо ответственным и специальным технологическим процессам; регулярными текущими и капитальными ремонтами оборудования, технологической оснастки с ежегодной их аттестацией для особо ответственных техпроцессов; обучением и аттестацией исполнителей и контрольных работников; обследованием зданий и сооружений, подъемно-транспортных устройств и механизмов с целью предотвращения аварийных и опасных ситуаций на производстве; периодическими испытаниями узлов и агрегатов основных изделий по специальным графикам, согласованным с разработчиками и представителем заказчика. Корпоративная культура Общества формируется трудовым коллективом, профсоюзом, администрацией, женсоветом, Советом молодежи, Советом ветеранов. На предприятии составляется коллективный договор, соглашение по охране труда, разрешению трудовых споров, проводятся научно-практические конференции, конкурсы профессионального мастерства и другие

мероприятия. В обществе действует система поощрения и награждения работников, единая система подготовки и повышения квалификации кадров, институт повышения квалификации, курсы целевого назначения, обязательная стажировка преподавателей специальных дисциплин на предприятии.

4. Какие ограничения применения современных управленческих концепций существуют в российских компаниях и можно ли выбрать главные элементы слабых и сильных сторон. При обследовании выявилась разница в трактовке элементов теории 5S. Реализация идеи 5S требует от работников самодисциплины, связанной с реализацией и подчинением правилам регулярности, чистоты и сортировки. Это приводит к расширению сознания сотрудников и уменьшению количества потерь, улучшению внутренней коммуникации и через это, к улучшению в отношениях между людьми. Важно также понять необходимость выполнения рутинных проверок использования правил теории 5S. Эта инспекция помогает из так называемого списка проверить и создать на основе этой проверки идеи по улучшению рабочего места. Проверка реализации правил 5S теоретически выполняется один раз в месяц [6].

Первое S позволяет улучшить процесс путем сокращения затрат, уменьшения запасов, лучшего использования рабочей области, предотвращения потери средств. Второе S дает улучшение процесса (повышение действенности и эффективности) через сокращение времени поиска необходимых вещей, повышение безопасности. Третье S дает повышение эффективности машин через поддержание чистоты устройства, техническое обслуживание и поддержание чистоты на рабочем месте, когда легко проверить, что дает быстрое информирование о повреждениях (потенциальных источников убытков), улучшение условий труда, ликвидацию причин аварий.

Четвертое S дает повышение безопасности и сокращение масштабов загрязнения, улучшается разработка процедуры, определяющий ход процессов. И, наконец, пятое S дает повышение информированности и боевой дух, уменьшение ошибок в результате невнимательности, улучшение внутренней коммуникации процессов, улучшение социальных отношениях.

Как показало исследование, применение разных аспектов российской реальности освоения управленческой концепции и обсуждения приоритетов действий может носить субъективный и формальный характер.

Библиографический список:

1. Эксперт online. Рейтинг крупнейших компаний России 2014 по объему реализации продукции. http://expert.ru/ratings/rejting-krupnejshih-kompanij-rossii-2014-po-ob_emu-realizatsii-produktsii/

2. Официальный сайт ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» <http://www.uacrussia.ru/ru/>
3. Макиенко К.В. Российский авиапром: итоги реформ и перспективы развития. Записка Аналитического центра Обсерво при Франко-российской торгово-промышленной палате, №3, июнь 2013.
4. Глобальные технологические тренды. Транспортные средства и системы. Трендлеттер, №6, 2014. <http://ISSEK.HSE.RU/TRENDLETTER>
5. Низовкина Н.Г. Фундаментальные изменения в экономике предприятия./Н.Г.Низовкина// Идеи и идеалы. – 2014. - №3(21) т.2. - С.86-93
6. М. Urbaniak, Quality management – theory and practice, Difin, Warsaw, 2004 (in Polish).

УДК 623.451.4.083.1

МЕХАНИЗМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИНЫ В КОРПУСЕ ГРАНАТЫ ПОДСТВОЛЬНОГО ГРАНАТОМЕТА

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Букатников П. А., Матвеев С. В., Милевский К. Е., Гуськов А. В.

Осколочные боеприпасы с оболочками естественного дробления

Наиболее распространенный тип ОБП — боеприпасы естественного (неконтролируемого) дробления (артиллерийские снаряды, мины, АБ и т. п.). Типовая конструкция таких БП представляет собой осесимметричный корпус, выполненный из мало- или среднеуглеродистой стали и заполненный зарядом ВВ. При воздушном подрыве ОБП естественного дробления образуется большое количество осколков массой 10^{-6} и более граммов.

Процесс дробления корпуса ОБП - достаточно сложный. Несмотря на то что исследования в этой области как в нашей стране, так и за рубежом проводились на протяжении многих десятилетий, задача разработки адекватной физико-математической модели процесса дробления до сих пор остается актуальной научной проблемой.

Осколочные боеприпасы с оболочками заданного дробления

Заметное улучшение характеристик осколочных спектров достигается в ОБП заданного (контролируемого) дробления. Попытки регулировать разрушение корпуса снаряда или БЧ на осколки заданной массы и формы

делались еще в 70-80-е годы XIX в., однако вследствие громоздкости и сложности такие конструктивные решения в то время не нашли практического применения. К настоящему времени реализован ряд методов организации заданного дробления, основными из которых являются (рис. 1): механическое ослабление корпуса (подрезка с внешней или внутренней стороны); неравномерное приложение нагрузки со стороны ВВ; нанесение структурных сеток.

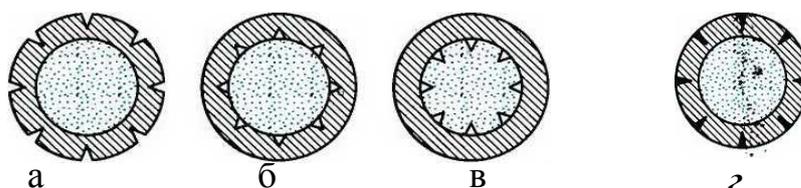


Рис. 1 Основные методы заданного дробления.
а - внешняя подрезка корпуса; *б* - внутренняя подрезка корпуса; *в* - кумулятивные выемки заряда ВВ; *г* - структурная сетка

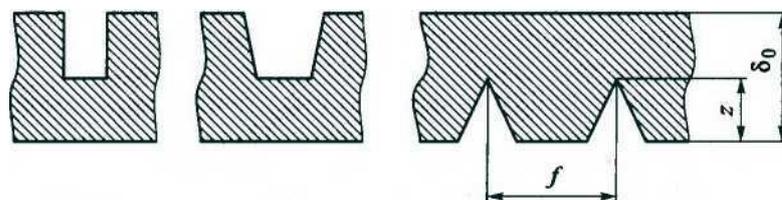


Рис. 2. Формы пазов при механическом ослаблении корпуса

Механическое ослабление оболочки (подрезка, рифление) - наиболее распространенный метод реализации заданного дробления. Форма паза, ослабляющего корпус, может быть прямоугольной, трапециевидной, треугольной (рис. 2). Пазы выполняются чаще всего в виде сетки с прямоугольными, ромбическими, шестиугольными ячейками со стороны внешней или внутренней поверхностей различными технологическими способами (резанием, обработкой давлением, литьем). Оболочки заданного дробления могут быть однослойными и многослойными.

Основными геометрическими характеристиками подрезки являются относительные величины: глубина паза $\bar{z} = z/\delta_0$ и шаг подрезки $\bar{f} = f/\delta_0$ (рис. 2). Многочисленными экспериментами установлено, что в диапазоне $1 < f \leq 3$ стабильное разрушение оболочки обеспечивается при условии $\bar{z} = 1 - 0,25f$.

Форма и масса осколков при заданном дроблении оболочки определяются как параметрами сетки подрезки, так и формой пазов. Так, при симметричной форме треугольного паза в оболочках из пластичных сталей реализуются два типа осколков - А и В, формируемых трещинами, исходящими из вершины

подреза который выполняет роль концентратора напряжений, и ориентированными по линиям максимальных касательных напряжений (рис. 3, а). При несимметричной форме треугольного паза разрушение происходит чаще всего по одной из поверхностей максимальных касательных напряжений (рис. 3, б). При оптимальной глубине пазов такая картина образования осколков наблюдается при любой ориентации пазов по отношению к оси оболочки. Сочетание пазов различной формы позволяет получать одновременно три и более групп осколков заданной массы и формы (рис. 4).

При достаточной глубине подрезки осколки формируются путем радиального отрыва, при этом образуются однотипные осколки заданной массы и

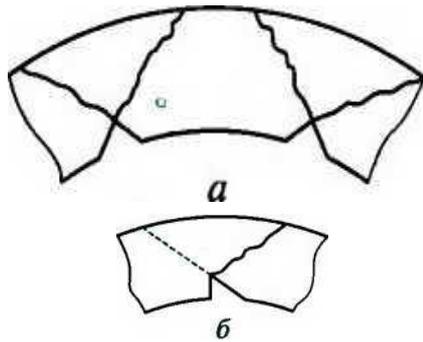


Рис. 3. Формирование сдвиговых трещин при внутренней симметричной (а) и несимметричной (б) треугольной подрезке

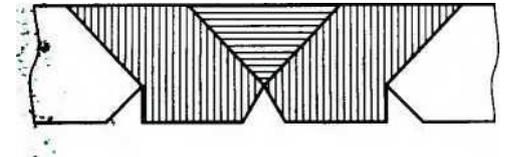


Рис. 4. Формирование сдвиговых трещин и образование осколков разной формы при сочетании формы пазов внутренней подрезки

формы (

Сетка как наружной, так и внутренней подрезок может выполняться с различной ориентацией пазов: в продольном или поперечном направлениях к оси оболочки или под некоторым углом к ней (рис. 6), при этом относительная глубина паза зпоперечной подрезки должна быть больше, чем глубина зпродольных пазов. При нанесении сетки подрезки под углом к оси оболочки оптимальным является наклон пазов под углом 45° к образующей.

Для детального рассмотрения того, как происходит разрушение металла посредством ВВ, был выбран фрагмент гранаты подствольного гранатомета ВОГ-25. Сразу стоит отметить, что материал, из которого изготавливается

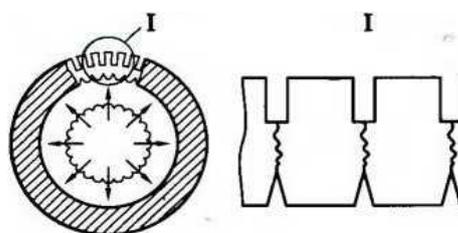


Рис. 5. Разрушение отрывом при оптимальной глубине подрезки

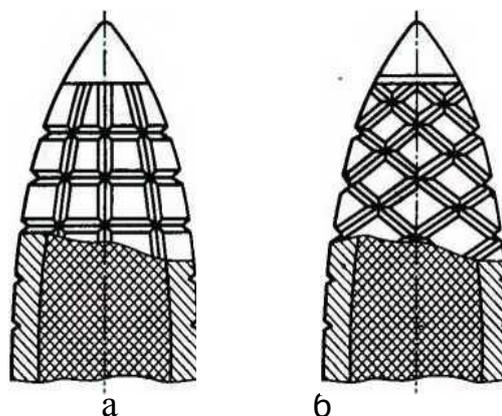


Рис. 6. Продольно-поперечная (а) и наклонная (б) ориентация подрезов заданного дробления

данный снаряд имеет марку Ст60. Но после проведенного хим. анализа в лаборатории КТФ ИГиЛ СО РАН, было установлено, что марка стали, на самом деле, оказалась Ст50 (документы прилагаются). В принципе, это может играть существенную роль на образование осколков. Ну и далее, был проведен эксперимент, который заключался в том, чтобы под большой нагрузкой на этот фрагмент, после его разрушения, было видно, как образовывалась трещина. После излома фрагмента, было наглядно установлено, что металл имеет пористую структуру, так же была выявлена характерная особенность процесса разрушения.

Библиографический список:

Гуськов А. В., Милевский К. Е., Технологические процессы обработки металлов при производстве снарядов. - Новосибирск, 2010 г.

Селиванов В. В., Средства поражения и боеприпасы – Москва, 2013 г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ОКОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ВЗРЫВЕ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

Самарский государственный технический университет, г. Самара
Букетов С.И., Пойлов В.В., Широков И.Э.

На сегодняшний день большой интерес представляют технические решения по сохранению остекления технологических зданий в производствах использующих вещества способные к энерговыделению в форме горения и взрыва. В качестве примеров можно привести химические и нефтехимические производства, транспортирование нефти и газа, а также производства по изготовлению и переработке взрывчатых веществ.

При технологических авариях внутри производственных помещений вышеперечисленных производств с возможным выбросом материалов и последующим их взрывом или горением, как собственно самих материалов, так и их смесей с воздухом, создается избыточное давление. За счет создаваемого избыточного давления происходит разрушение остекления производственных помещений. Типичный результат аварий подобного типа представлен на рис. 1.



Рис.1 Результат взрыва газо-воздушной смеси в котельной

В данной работе был исследован процесс вскрытия стеклопакета в замкнутом помещении за счет воздействия воздушной ударной волны с его фиксацией на специальных удерживающих устройствах.

Цель испытаний:

Определить величину давления во фронте воздушной ударной волны гарантирующего вскрытие стеклопакета с его фиксацией на удерживающих устройствах при воздействии воздушной ударной волны, сформированной за

счет взрыва внутри испытательного бокса.

Объект испытаний:

Испытательный бокс размерами 1300*700*700 из профилированной стали толщиной 3 мм, одна стенка из которого перекрыта стеклопакетом конструкции ООО «Климат» с размерами 970*630 мм (один из распространенных размеров стеклопакета) с двумя удерживающими устройствами, с минимальным усилием растяжения $F = 20$ кгс каждый. Зазор по периметру стеклопакета заделан монтажной пеной. Конструкция испытательного бокса представлена на рис. 2.

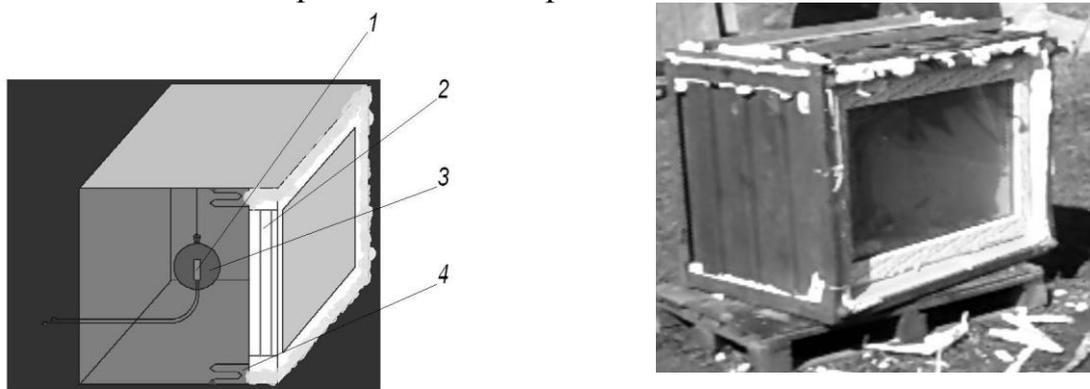


Рис. 2 Разрез и внешний вид конструкции испытательного бокса
1- ЭД; 2 – оконный блок; 3- заряд ВВ; 4- удерживающее устройство

Расчет массы заряда конденсированного ВВ при заданном избыточном давлении во фронте воздушной ударной волны:

Условия испытаний:

Испытания по устойчивости конструкций стеклопакета к воздушной ударной волне были выполнены при воздействии взрыва конденсированного ВВ в количестве создающем эквивалентную воздушную ударную волну. По известным литературным данным, например, [2, 3] обычное остекление зданий разрушается при избыточном давлении во фронте воздушной ударной волны более **10 кПа (0,1 атм.)**. Но, учитывая повышенную стойкость испытываемых образцов оконных блоков, испытания выполним при расчетном избыточном давлении во фронте ударной волны в **10 кПа, 15 кПа, 20 кПа (0,1 атм., 0,15 атм., 0,2 атм.)**.

Расчет массы зарядов конденсированного ВВ в тротиловом эквиваленте симулирующих избыточные давления 10 кПа, 15 кПа, 20 кПа:

Из литературных источников [1...3] известны формулы для расчета избыточного давления во фронте ВУВ при взрыве конденсированных взрывчатых веществ (ВВ), например формула М.А. Садовского для воздушного взрыва для R_{np} от 1 до 10, $R_{np} = R_i \sqrt[3]{G_i}$:

$$\Delta P = \frac{0,85\sqrt[2]{G}}{R} + 0,3G^{0,66}/R^3 + 0,8G/R^3$$

Расчетные массы зарядов вызывающие соответствующие избыточным давлениям на стенках испытательного бокса составят:

10 кПа (0,1 атм.) – 2,5 г ТНТ экв.,
15 кПа (0,15 атм.) – 5,1 г ТНТ экв.,
20 кПа (0,2 атм.) – 8,5 г ТНТ экв.

Результат вскрытия стеклопакета от воздействия избыточного давления воздушной ударной волны представлен на рис. 3.

Результаты испытаний. При проведении испытаний с избыточным давлением во фронте ударной волны в **10 кПа** перемещений и разрушений не произошло, при **15 кПа** произошло частичное разрушение монтажной пены и сдвиг стеклопакета на 1...2 см, при **20 кПа** - произошло полное разрушение монтажной пены и выдвигание стеклопакета за пределы бокса.

Исходное состояние испытательного бокса представлено на рис.3.



Рис. 3 Результат испытаний оконного блока

Выводы:

Таким образом, предлагаемая методика может быть рекомендована для проведения сравнительной оценки стойкости оконных стеклопакетов различной конструкции к воздушной ударной волне.

Кроме того, внедрение конструкций стеклопакетов с удерживающими устройствами должно дать существенную экономию на сокращении потребности в оконных конструкциях при восстановлении зданий после

аварий в пожаро и взрывоопасных производствах (добыча, переработка и транспортировка нефти и газа, а также производство и переработка взрывчатых материалов).

Библиографический список:

1. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливовоздушных смесей (с изменениями и дополнениями) РД 03-409-01, утверждена и введена в действие постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01 № 25.
2. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.: Химия, 1991.
3. Бейкер У., Кокс П. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия / Под ред. Я.Б.Зельдовича, Б.Е.Гельфанда. М.: Мир, 1986.

УДК 339.5

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Буслова А.Н., Маслов М.П.

anastasiy123-93@mail.ru

В современных условиях глобализации национальное государство и его территориальные хозяйственные подсистемы не могут успешно развиваться без интеграции в мировую экономику. Внешнеэкономические и международные связи являются важным фактором, который оказывает значительное влияние на динамику и устойчивость развития региональной экономики.

Развитие внешнеэкономической и внешнеторговой деятельности является одним из стратегических приоритетов социально-экономического устойчивого развития Новосибирской области.

Целью данного исследования является анализ внешнеторговой деятельности Новосибирской области.

Объект исследования – внешнеэкономическая деятельность.

Предметом исследования выступает Новосибирская область.

Табл. 1. Внешнеторговый оборот Новосибирской области за 2011 – 2014
гг.,
в тыс. долл. США

Год	Внешнеторгов ый оборот	Экспорт	Импорт
2011	3 639 123,6	1 348 999,7	2 290 123,9
2012	3 639 313,4	1 491 207,9	2 148 105,5
2013	3 265 334,7	1 351 554,4	1 913 780,3
2014	3 157 071,7	1 540 603,1	1 616 468,6

Источник: [2].

Таблица 1 иллюстрирует динамику развитие внешнеэкономических отношений Новосибирской области с зарубежными странами за последние 4 года. Проанализировав статистические данные, можно сделать вывод, что на данный момент Новосибирская область является импорто-ориентированным регионом: 51,2% от стоимостного объема товарооборота составляют импортные операции (1 616 468,6 тыс. долларов США) и 48,2% - экспортные (1 540 603,1 тыс. долларов США). Сальдо внешнеторгового баланса области последние четыре года является отрицательным. Из основных причин пассивного внешнеторгового баланса можно отметить нестабильную экономическую ситуацию в мировой экономике, вступление России в ВТО и интеграционные процессы развития единого экономического пространства стран Таможенного союза.

При анализе статистических данных следует отметить то, что ежегодно объем внешнеторгового баланса имеет отрицательную динамику (за исключением 2012 года в котором наблюдается незначительный рост). За последние четыре года внешнеторговый оборот сократился на 13,2%, при этом объем экспорта вырос на 14,2%, а импорта снизился на 29,4%.

В 2011 году участники ВЭД, работающие со странами Таможенного союза, по мнению экспертов попали в «слепую зону». С 1 июля 2011 года экспортеры в эти страны и, соответственно, товарооборот не учитываются в таможенной статистике, так как перемещение товаров в пределах границ единого экономического пространства рассматривается как внутренняя торговля, а не как внешняя [1].

В товарной структуре экспорта Новосибирской области на первом месте традиционно находится машиностроительная продукция, удельный вес которой в общем объеме экспорта в 2014 году составил 51,73% или 796 903,4 тыс. долларов США, что на 23,67% больше, чем в 2013 году за счет роста экспорта необлуженных топливных сборок. Второе место в экспорте занимают минеральные продукты – 32,12% экспорта или 494 820 тыс. долларов США. На третьем – продукция химической промышленности – 4,88% или 75 129,3 тыс. долларов США. В структуре экспорта с 2013 года произошли значительные изменения – товарная группа драгоценные камни, драгоценные металлы и изделия из них, занимающая в 2011 и 2012 годах третье место в структуре экспорта, в 2014 году вообще отсутствует.

Структуру экспорта НСО можно признать недостаточно диверсифицированной: на две главные товарные группы приходится около 84% стоимости объема экспорта. Однако следует отметить, что Новосибирская область является наиболее успешным регионом Сибири, в структуре экспорта которого уже превалирует экспорт готовой продукции с высокой долей добавленной стоимости.

В товарной структуре импорта 44,71% занимает товарная группа машин, оборудования и транспортных средств – 722 651,2 тыс. долларов США, что на 22,84% меньше, чем в 2013 году. На втором месте – импорт текстиля, текстильных изделий и обуви, всего – 14,59% объема импорта или 235 875,1 тыс. долларов США. Не многим меньше – 13,92% объема импорта приходится на продукцию химической промышленности. Рост импорта по сравнению с 2013 годом наблюдается лишь в двух товарных группах – минеральные продукты (на 12,74%) и металлы и изделия из них (на 7,87%). Снижение импортных поставок можно объяснить неопределенной ситуацией в экономике. Здесь имеет место влияние целой совокупности факторов таких, как снижение курса рубля, что делает импортные товары еще более дорогими, санкции со стороны Евросоюза, риск кредитных операций, что имеет значение так, как и импортные и экспортные операции кредитуются.

Развития внешнеэкономической деятельности Новосибирской области можно достичь путем диверсификации «экспортного портфеля», расширения выпуска конкурентоспособной на мировом рынке продукции и политики импортозамещения для формирования эффективной внешнеэкономической деятельности и положительного сальдо внешней торговли.

Библиографический список:

1. Самойлов-Самарин Г.С. Малый и средний бизнес в «слепой зоне» // Эксперт Сибирь. - № 26 (381), 2013. – С. 30-31
2. Данные статистического учета Сибирского таможенного управления ФТС РФ.

УДК: 53.097, 620.4, 620.9

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОТЕКАНИЯ ЧАСТИЧНЫХ
РАЗРЯДОВ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ**

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

Бычков А.Л., Коробейников С.М., Овсянников А.Г., Ридель А.В.

Известно, что частичные разряды (ЧР) опасны тем, что приводят к постепенному разрушению изоляции и возникновению электрического пробоя. С другой стороны, измерение частичных разрядов позволяет сегодня энергетическим компаниям заблаговременно определять места будущих повреждений в энергооборудовании, своевременно проводить ремонт и избегать серьезных аварий в работе стационарного и сетевого оборудования.

Механизмы развития и протекания частичных разрядов в газовых

включениях твердой изоляции неоднократно исследовались и широко известны, в то время как механизмы образования ЧР в жидких диэлектриках до сих пор основаны лишь на предположениях. Поэтому целью настоящей работы является исследование характеристик ЧР в трансформаторном масле. В соответствии с поставленными целями определены следующие задачи: выбор системы электродов; выбор схемы регистрации и параметров экспериментальной установки; проведение эксперимента и анализ результатов.

При выполнении поставленных задач, была выбрана система электродов «острие-плоскость». Выбор именно такой системы электродов вызван следующими обстоятельствами: основываясь на экспериментальных данных, представленных в статье [1], при проведении эксперимента нам необходимо было обеспечить напряженность электрического поля не менее $7\div 20$ МВ/см, при этом работать в предпробойном состоянии. Поэтому необходимо было создать резконеоднородное поле.

Поскольку напряженность электрического поля, в соответствии с выражением (1), имеет сильную зависимость от радиуса скругления острия иглы, необходимо оценить наибольший подходящий размер.

$$E = \frac{2U}{r \ln\left(\frac{4d}{r}\right)}, \text{ МВ / см} \quad (1)$$

где r - радиус скругления острия иглы; d - расстояние от края острия до второго электрода (плоскость).

Выбор остальных параметров (напряжение, расстояние между электродами), должен базироваться на условиях безопасности (работы в предпробойном состоянии) и эргономики габаритов. Таким образом, действующее значение напряжения выбрано $20\div 25$ кВ, дабы исключить явления коронирования, а так же возникновения ЧР в высоковольтных измерительных цепях. Опираясь на данные, представленные в статье [2], расстояние между электродами выбрано 30 мм. Таким образом, из рисунка 1 видно, что для обеспечения необходимой напряженности электрического поля на конце острия, оптимальный радиус скругления должен быть до $4\div 6$ мкм. При этом ЧР должен «гореть» при мгновенных значениях напряжения от действующего и до амплитудного.

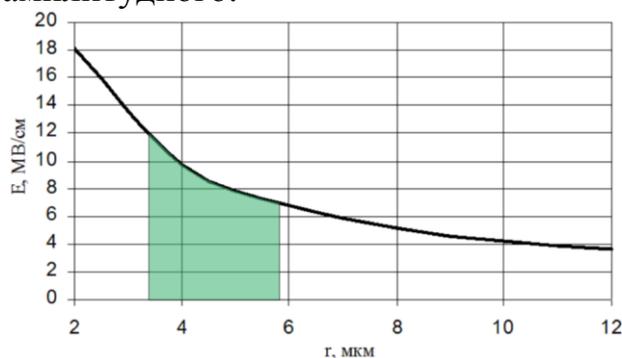


Рис. 1. Зависимость напряженности электрического поля в ячейке от радиуса скругления острия

Известно, что швейные иглы не могут дать столь малого диаметра острия. Исходя из этого, были изготовлены иглы с малым диаметром острия методом травления. В качестве заготовки была использована Cu-Pt проволока (рисунок 2а).

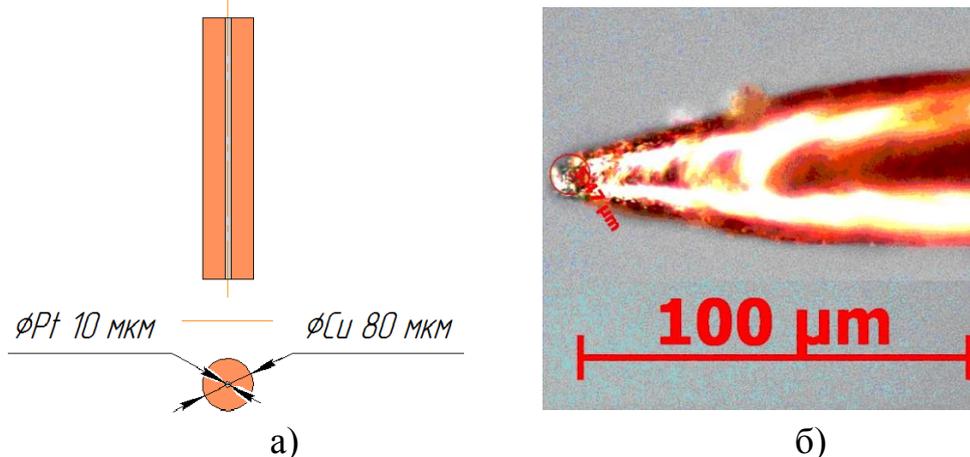


Рис. 2. Cu-Pt проволока до и после травления

Травление проводилось в концентрированной азотной кислоте. Результат травления представлен на рисунке 2б. Таким образом, мы получили радиус скругления острия около 3 мкм.

При проведении экспериментов использовалось трансформаторное масло ГК в состоянии поставки. Никакой дополнительной обработки масла (обезвоживание, дегазация, фильтрация) не проводилось. Регистрация импульсов ЧР производилась с помощью классической схемы (рисунок 3).

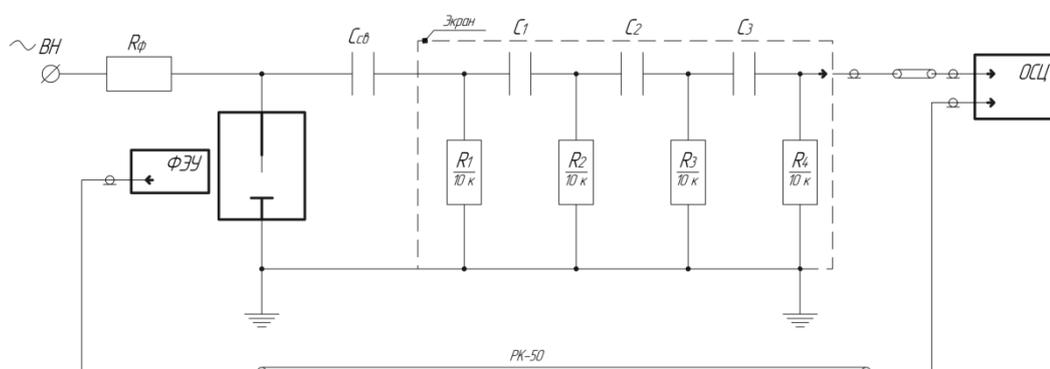


Рис.3. Измерительная схема

- 1- испытательная ячейка; 2- схема регистрации; 3- кабель; 4- осциллограф.

При включении установки с ячейкой было отмечено следующее: действующее значение напряжения появления ЧР составило $U_{п} \sim 18 \text{ кВ}$; частичные разряды как на катоде, так и на аноде, как правило, были зарегистрированы при значениях фазовых углов $50^{\circ} \div 70^{\circ}$ (рисунок 4).

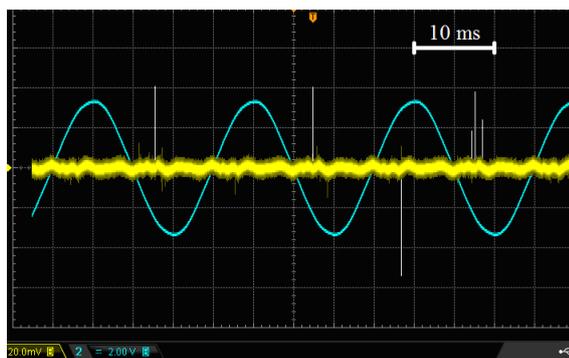


Рис. 4 . Фазовое распределение ЧР

1- сигнал с емкости связи; 2- сигнал напряжения.

Характерные импульсы ЧР, возникающие при отрицательной и положительной полярностях острия, представлены на рисунке 5а-г.

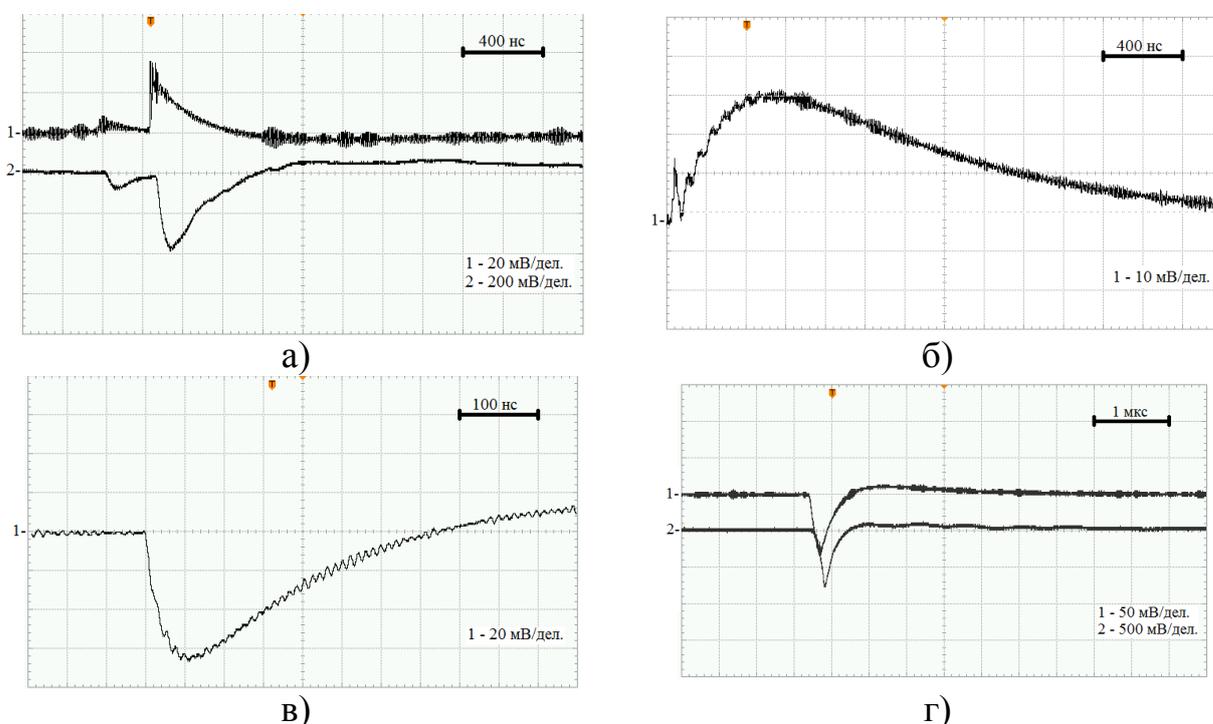


Рис.5. ЧР на катоде и аноде (напряжение $U_{п} +3$ кВ)

а, б - на отрицательной полуволне; в, г - на положительной полуволне.
1 - электрический сигнал; 2 – сигнал с ФЭУ

Наряду с электрическим методом регистрации был применен фотоэлектронный, при помощи фотоэлектронного умножителя ФЭУ-97. Стоит отметить, что на фильтрованном трансформаторном масле ГК, при комнатной температуре на положительной и отрицательной полярности острия, импульсы свечения, зарегистрированные при помощи ФЭУ, практически повторяли форму импульсов тока. ЧР, возникающие вблизи острейного катода и анода, отличаются между собой по длительности, как переднего, так и заднего фронтов. На катоде зарегистрировано два типа импульсов: «короткие» - со временем переднего фронта порядка $2 \div 3$ нс, заднего фронта $350 \div 380$ нс, «длинные» - со временем переднего фронта порядка $200 \div 250$ нс, заднего фронта $2 \div 2,5$ мкс. На аноде зарегистрированы

импульсы с передним фронтом порядка $45\div 55$ нс, задним около 350 нс. Характерные значения кажущегося заряда длинных катодных импульсов $15\div 40$ пКл, коротких катодных $1,5\div 5$ пКл, анодных $1,5\div 5$ пКл.

Заключение

1. Таким образом, экспериментально обнаружено, что частичные разряды в системе электродов «острие-плоскость» при положительной и отрицательной полярности острия, имеют разные длительности. На катоде зарегистрировано два типа импульсов: «короткие» - со временем переднего фронта порядка $2\div 3$ нс, заднего фронта $350\div 380$ нс, «длинные» - со временем переднего фронта порядка $200\div 250$ нс, заднего фронта $2\div 2,5$ мкс. На аноде зарегистрированы импульсы с передним фронтом порядка $45\div 55$ нс, задним около 350 нс.

2. Из экспериментальных данных, можно оценить, что пороговая напряженность ударной ионизации в трансформаторном масле составляет $15\div 20$ МВ/см.

3. Наиболее правдоподобным объяснением возникновения ЧР, является образование дозвуковых стримеров, развитие которых поддерживается многолавиным разрядом в них.

Библиографический список:

1. Kattan, A. Denat and K. Bonifaci "Formation of vapor bubbles in non polar liquids initiated by current pulses", CNRS. Laboratoire d'Electrostatique et de Materiaux Dielectrique BP 166X-38042 GRENOBLE Cedex (France) ICDL 1990, Conference Record, P.340-345;

2. M. Pompili, C. Mazzetti "Partial Discharge Pulse Sequence Patterns and Cavity Development Times in Transformer Oils under ac Condition". IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, 2005, Vol. 12, No. 2.

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДЕТОНАЦИОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ

Научно-образовательный центр «Аэрокосмические технологии» ФГБОУ
ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный
исследовательский университет), г. Челябинск

Вагнер Д.А., Комаров П.Ю., Семашко М.Ю.

denis.vagner@inbox.ru

Одной из актуальных задач металлургии и машиностроения является восстановление рабочих поверхностей узлов и деталей, функционирующих при высоких нагрузках и с большой степенью износа, а также работающих в неблагоприятных условиях и на экстремальных режимах. Полная замена деталей не всегда целесообразна, поскольку поверхностный износ подлежит восстановлению.

Существует достаточное количество способов нанесения покрытий,

среди которых можно выделить: газопламенное напыление, лазерное напыление, электродуговая металлизация, холодное напыление, плазменное напыление, электронно-лучевая обработка, нанесение вакуумных ионно-плазменных покрытий и детонационное напыление [1–3].

При газопламенной обработке проволокой или стержнями распыляемый материал подаётся в центр ацетилен-кислородного пламени и там оплавляется с помощью распыляющего газа. При напылении порошком порошкообразные частицы напыляемого материала оплавляются в ацетилен-кислородном пламени и с помощью расширяющегося горючего газа ускоряются в направлении подготовленной поверхности детали.

Газопламенное напыление пластиков отличается от других газопламенных технологий тем, что при этом способе пластик не имеет прямого контакта с ацетилен – кислородным пламенем.

Сверхзвуковая газопламенная обработка – обработка, которая происходит при постоянном горении газа при высоком давлении внутри камеры сгорания, на ось которой подаётся порошкообразный напыляемый материал. Создаваемое высокое давление в камере сгорания смесью горючего газа и кислородом обеспечивает далее в профилированном сопле необходимую высокую скорость газового потока.

В процессе плазменного напыления порошок внутри или снаружи плазменного пистолета плавится плазменной струей и ускоряется в направлении напыляемой детали. При этом происходит диссоциация и ионизация газов, они приобретают высокую скорость на выходе, и при рекомбинации отдают своё тепло напыляемым частицам. Электрическая дуга горит между центральным катодом и водоохлаждаемым анодом.

При лазерном напылении порошок вводится в лазерный луч через соответствующее сопло. Лазерным лучом порошок и малая часть подложки плавятся и соединяются.

При электродуговой металлизации две проволоки одинаковые или разные по составу плавятся электрической дугой, горящей между ними, и распыляющим газом.

Новым поколением сверхзвукового газопламенного напыления является холодное напыление, при котором кинетическая энергия напыляемых частиц увеличивается, а термическая энергия уменьшается.

Электронно-лучевая обработка основана на превращении кинетической энергии пучка электронов в тепловую. Тепловая энергия выделяется при столкновении быстро движущихся электронов с обрабатываемым материалом.

Процесс нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий заключается в том, что в вакуумной камере размещен катод и между корпусом камеры и катодом возникает электрическая дуга. Из катодного пятна вылетают ионы, электроны и нейтральные частицы, которые направленным потоком летят к изделию, расположенному внутри камеры. Вначале частицы как бы разрыхляют поверхностный слой изделия, эффективно очищая его и нагревая до 300-500°С. Далее происходит

насыщение поверхностного слоя ионами того материала, из которого изготовлен катод [1-3].

В результате анализа способов нанесения покрытий авторы пришли к выводу, что в лабораторных условиях наиболее просто реализуемым способом является детонационное напыление, которому посвящена данная статья.

По своей физической сущности детонационное напыление является разновидностью высокотемпературного газотермического метода напыления, в основе которого лежит принцип полного или частичного нагрева напыляемого материала с последующим его ускорением и переносом на напыляемую деталь с помощью продуктов детонации.

При детонационном напылении для нагрева и ускорения напыляемого материала используется энергия продуктов детонации газокислородных смесей.

Благодаря высокой скорости напыляемых частиц, детонационные покрытия обладают плотностью, близкой к плотности компактного материала, и прочностью сцепления с подложкой, превышающей прочность сцепления покрытий, получаемых при других способах газотермического напыления.

Детонационное напыление позволяет напылять широкий круг материалов: металлы и их сплавы, окислы, твердые сплавы на основе карбидов. При этом нагрев напыляемого изделия не превышает 528°K .

К недостаткам способа следует отнести невозможность напыления внутренних поверхностей на глубину, превышающую диаметр входного отверстия детали, и невозможность нанесения покрытия на детали с твердостью более 40 - 50 HRC [2].

В НОЦ «Аэрокосмические технологии» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральского государственного университета» (НИУ) ведутся работы и исследования по отработке технологии нанесения покрытий из полученных на установке дробления жидкого расплава в газовой струе микропорошков с температурами плавления до 1350°C , с дисперсностью 50 мкм, 100 мкм, 150 мкм (медь, бронза, латунь, сплавы алюминия).

Установка детонационного напыления (рис. 1) представляет собой ствол, укрепленный в лафете, пульт управления и пульт газовый.

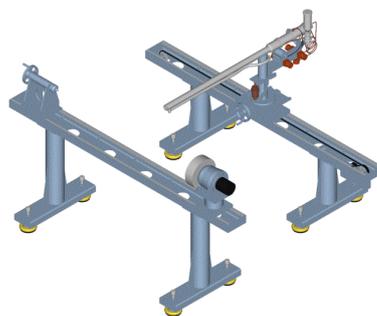


Рис. 1. Установка детонационного напыления АДНП – 1.

Процесс детонационного напыления покрытий сводится к следующему. Ствол пушки детонационной заполняется рабочей смесью газов с взвешенными в ней частицами напыляемого материала.

В стволе, с помощью свечи зажигания, взрывчатая смесь инициируется искрой, при этом горение смеси рабочих газов протекает в режиме детонации. Скорость детонационной волны зависит от процентного соотношения рабочих газов и достигает максимальной величины 3000 м/с, а температура продуктов детонации может достигать 3700⁰ К.

Под воздействием высокой температуры частицы напыляемого материала переходят в пластичное состояние и, увлекаемые продуктами детонации, вылетают из ствола со скоростью более 900 м/с. Попадая на поверхность детали, частицы порошка образуют плотное пятно покрытия, прочно сцепленное с деталью. Покрытие требуемой толщины наносится серией последовательных выстрелов. При напылении покрытий на большие поверхности деталь автоматически перемещается перед срезом ствола, либо обеспечивают перемещение пушки таким образом, чтобы перекрытие единичных пятен покрытия было равномерным. Расстояние от среза ствола до поверхности напыляемой детали может изменяться в пределах от 90 до 300 мм [2].

В настоящее время было проведен эксперимент с использованием порошка Al_2O_3 на стальную поверхность. Планируется отработка технологий детонационного напыления порошков, полученных в НОЦ «Аэрокосмические технологии», и совершенствование конструкции пушки для того, чтобы отработать технологию качественного восстановления поверхностей.

Библиографический список:

1. Взрывные технологии. В.В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Москва. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана 2014г. 519стр.
2. КОМПЛЕКС ДЕТОНАЦИОННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ АКДНП-1. Руководство по эксплуатации. Киев 2003г. 22стр.
3. Автоматизированный детонационный комплекс «Обь» для нанесения порошковых покрытий. Т. Гаврилюченко, А. Кирякин. Ю. Николаев, В. Ульяницкий. Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук. 50стр.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ВОДОРОДО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В КАНАЛАХ ПРИ СВЕРХЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ ПОТОКА

¹Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

²Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск

Ванькова О.С.^{1,2}, Федорова Н.Н.²

Olga0014@Gmail.com

Тема исследований связана с разработкой камеры сгорания перспективных летательных аппаратов, способных двигаться с гиперзвуковыми скоростями ($M=7-8$). После торможения в канале воздухозаборника воздух при скоростях $M=2-4$ поступает в камеру сгорания, где должно произойти его смешение с горючим и воспламенение [1, 2]. Однако высокие скорости потока и малые времена пребывания смеси в камере сгорания затрудняют процессы смешения и воспламенения. Поэтому исследования процессов смешения и воспламенения при сверхзвуковых скоростях актуальны.

Наиболее простой геометрической конфигурацией камеры сгорания является канал с расширением (уступом или каверной). Перед зоной расширения в канал подается топливо, а за уступом или в каверне организуется рециркуляционная зона, обеспечивающая необходимое для смешения и воспламенения время пребывания смеси.

В работе рассмотрены сверхзвуковые течения водородо-воздушной смеси в канале с каверной. Расчет проводится с помощью коммерческого пакета ANSYS CFD Fluent 15.0 [3]. Целью работы является тестирование вычислительной технологии и различных кинетических схем, а также изучения влияния угла подачи топлива на процессы смешения и самовоспламенения смеси.

На первом этапе проведено тестирование схем на экспериментальных данных о воспламенении струи водорода, подаваемой соосно в сверхзвуковой ($M=2$) поток. Для описания процесса воспламенения и горения водородо-воздушной смеси используется три кинетических схемы горения

[Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.-Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.], которые были добавлены в расчетную схему. Результаты расчетов сопоставлены с экспериментальными данными по распределению давления и массовой концентрации H_2O в нескольких характерных сечениях.

На втором этапе выполнены параметрические расчетные исследования сверхзвукового воздушного течения в канале с каверной, перед которой в канал подается струя водорода. Геометрия канала и расчетная сетка приведены на рис. 1. Во входном сечении (1) в канал подается воздух при числе Маха $M=2.8$, давлении торможения $p_0 = 8,14 \cdot 10^5$ Па и температуре

торможения $T_0 = 1798 \text{ K}$. Со стенки канала в точке А (рис. 1) под углом $\alpha = 30^\circ, 60^\circ$ и 90° производится вдув водорода со звуковой скоростью при следующих параметрах: давление торможения $p_0 = 9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и статическая температура $T_0 = 300 \text{ K}$. На стенках канала (2) заданы условия прилипания для скорости и условия «холодной» стенки $T_w = 300 \text{ K}$ для температуры.

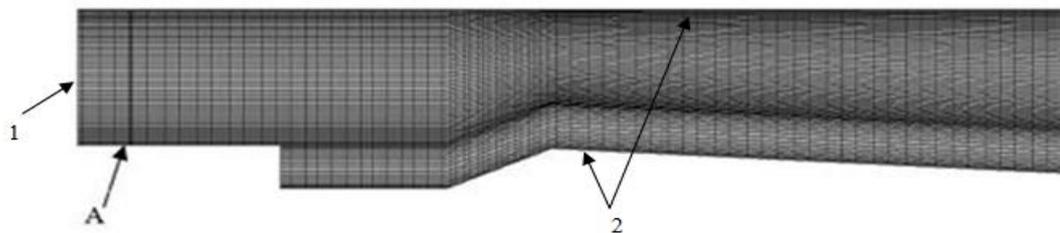


Рис. 1. Геометрия и расчетная сетка канала

По результатам расчетов описана структура сверхзвукового течения в канале и описан процесс воспламенения смеси. На рис. 2 приведено поле числа Маха для. Перед зоной подачи струи образуется ударная волна, которая распространяется вниз по потоку, последовательно отражаясь от стенок канала и слоя смешения. Кроме того, скачки уплотнения возникают в зоне отрыва слоя смешения на передней кромке каверны и вблизи задней кромки каверны, где слой смешения присоединяется к поверхности. За скачками уплотнения давление и температура в потоке повышаются, что обеспечивает воспламенение и устойчивое горение смеси.

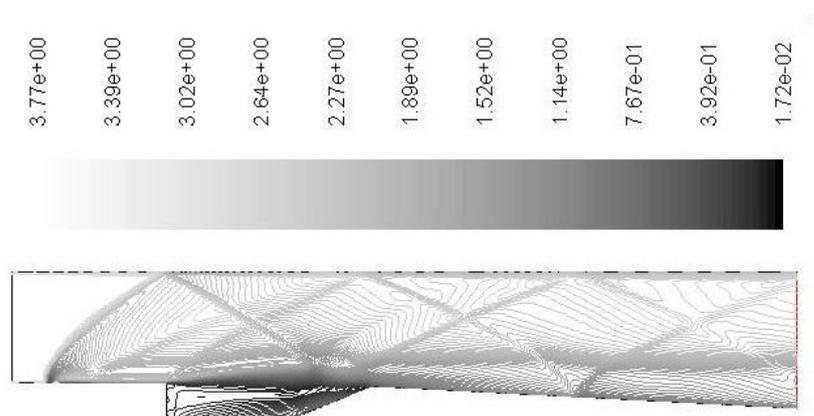


Рис. 2. Распределение числа Маха в канале для $\alpha = 90^\circ$

На рис. 3 приведены распределения концентрации H_2O в канале для трех различных углов подачи водорода, Рисунок показывает, что смесь воспламеняется сразу за зоной подачи водорода. Далее горящая струя распространяется над каверной и далее вдоль нижней стенки канала. При подаче струи водорода под углом 90° процесс горения захватывает и каверну. Анализ распределения концентраций H_2 (топливо) и O_2 (окислитель) показал, что над областью горения находится бедная смесь, много окислителя и недостаток топлива. В каверне находится богатая смесь, избыток топлива и

недостаток окислителя.

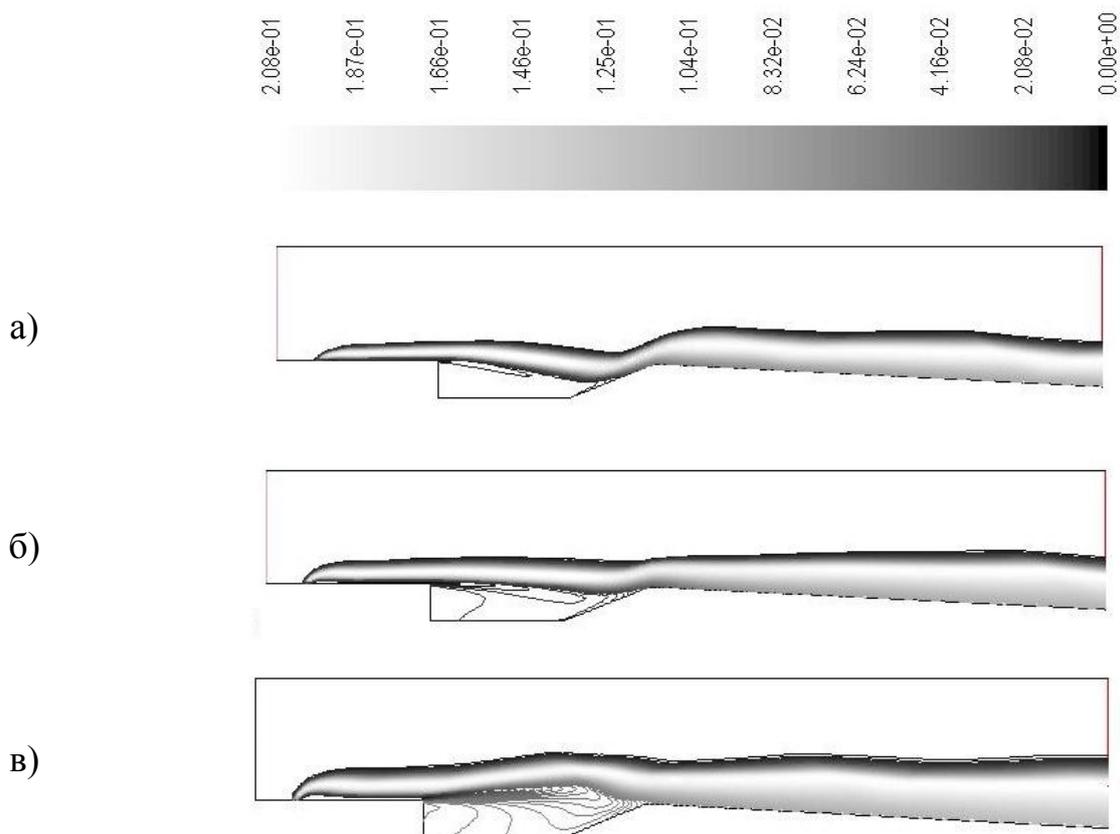


Рис. 3. Распределение массовой концентрации H_2O в канале для различных углов подачи водорода $\alpha=30^\circ$ (а), 60° (б) и 90° (в)

На рис. 4 приведено поле распределения статической температуры. На входе в канал поток подавался со статической температурой $T_{inlet} = 700$ К. Струя водорода подавалась с температурой $T_{jet} = 300$ К. Максимальное значение статической температуры наблюдается в месте встречи потока со струей и в месте процесса горения, распространяющегося вблизи нижней стенки. Температура в камере и под струей распространения горения равна $T = 121 - 348$ К.

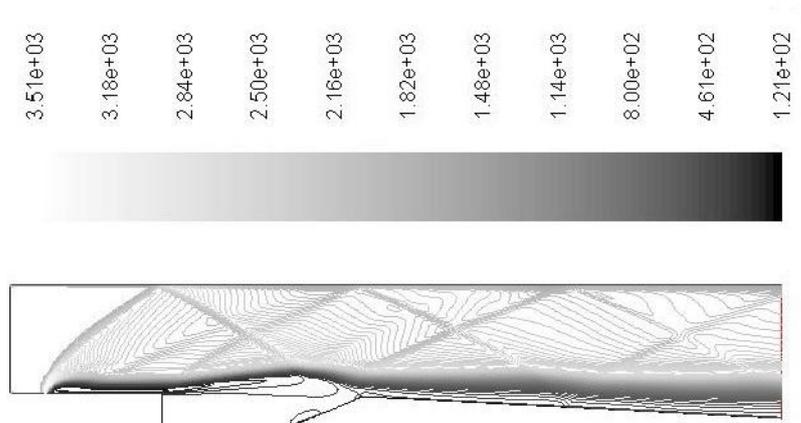


Рис. 4. Поле статической температуры в канале с горением струи водорода, $\alpha=90^\circ$

Исследования проведены при поддержке РФФИ, грант 13-08-00786 а.

Библиографический список:

1. Curran E.T. Heiser W.H. and Pratt D.T., Fluid phenomena in scramjet combustion system // *Annual Review of Fluid Mechanics*, 1996. Vol. 28, pp. 323-360.
2. ЦИАМ 2001-2005. Основные результаты научно-технической деятельности. Том I/Колл. Авторы/Под общей научной редакцией В.А. Скибина, В.И. Соломина, М.Я. Иванова. – М.: ЦИАМ, 2005. – 472 с. ISBN 5-94049-016-6
3. www.ansys.com
4. John S. Evans and Charls J. Schexnayder Jr. Influence of Chemical Kinetics and Unmixedness on Burning in Supersonic Hydrogen Flames // *AIAA Jour.* Vol. 18, No. 2, 188-193
5. Chul Park, Review of Chemical-Kinetic Problems of Future NASA Missions, I: Earth Entries// *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, Vol. 7, No. 3, July-Sept. 1993
6. Foluso Ladeinde, A Critical Review of Scramjet Combustion Simulation (Invited). *AIAA Paper*, 209-127, 13 pp.
7. Tien J. H., Stalker R. J. (), Release of Chemical Energy by Combustion in a Supersonic Mixing Layer of Hydrogen and Air// *Combustion and Flame*, 2002. No. 130, pp. 329–348.

УДК 621.9.047

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНОДНОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕДИ
В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Василевская С.И., Герасимов Н.В.
gmv93@yandex.ru

В настоящее время в технологии изготовления изделий, выполненных из класса металлических материалов, получили широкое распространение методы обработки, основанные на электрофизических процессах, в частности, размерная электрохимическая обработка [1]. Электрохимическая обработка – это вид обработки, позволяющий получить деталь требуемой геометрической формы и размеров за счет анодного растворения материала.

Данный вид обработки позволяет достичь высоких показателей точности и качества обрабатываемой поверхности, производительности процесса [2 – 5].

Объектом исследования настоящей работы является медь. Выбор данного материала объясняется тем, что медь обладает следующими свойствами: высокой тепло – и электропроводностью, прочностью, пластичностью. Наибольшее применение этот материал получил в таких отраслях промышленности как машиностроение, авиастроение, приборостроение, а также как металл для токопроводящих частей различного рода приборов, аппаратов и механизмов.

Данная работа посвящена исследованию анодного поведения меди в условиях электрохимической обработки.

Исследования электрохимического поведения материала проводились при помощи поляризационных зависимостей, полученных потенциодинамическим методом, который заключается в определении зависимости плотности тока (i) от потенциала (φ) [6]. В качестве электролита для поляризационных исследований использован 5% водный раствор нитрата аммония (NH_4NO_3).

Для проведения экспериментов применялся образец 2x2x15, эскиз которого представлен на рис.1. Образец предварительно зачищался на наждачной бумаге и к нему припаивался провод. Затем образец помещался в эбонитовую оправку, заливался эпоксидным клеем марки ЭПО – 8.

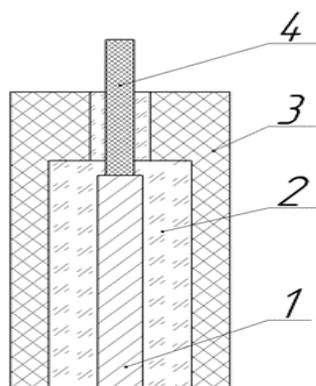


Рис.1. Образец в эбонитовой оправке
1 - образец исследуемого материала, 2 - эпоксидный клей,
3 - эбонитовая оправка, 4 - токопроводящий провод

Поляризационные исследования проводились при помощи потенциостата модели П – 5827М, прибора для регистрации значения тока, трехэлектродной химической ячейки, схема которой представлена на рис. 2.

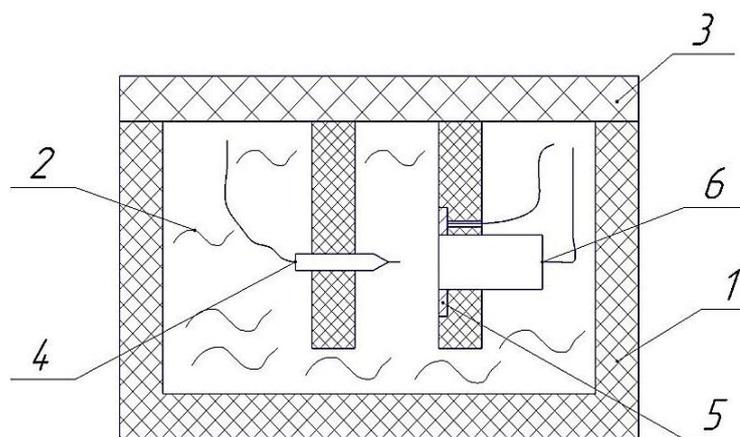


Рис.2. Схема трехэлектродной химической ячейки для исследования анодного поведения меди в потенциодинамических условиях

Конструкция трехэлектродной химической ячейки включает в себя саму ячейку (1), заполненную электролитом (2), крышку (3). Электрод сравнения (4), вспомогательный электрод (5) и исследуемый образец (6) расположены в крышке (3) химической ячейки (1). К материалу ячейки предъявляются следующие требования [6]: относительно высокая химическая стойкость, прозрачность, хорошая отмываемость от оседающих продуктов реакции. В связи с этим для изготовления ячейки использовано оргстекло.

В данной работе эксперименты проводились при температуре электролита $T = 20^{\circ}\text{C}$. Перед началом эксперимента исследуемый образец зачищался на наждачной бумаге № 600, обезжиривался и промывался в дистиллированной воде. Процесс анодного растворения меди в растворе нитрата аммония сопровождается выделением газа, что видно из рис. 3, и выпадением металла в осадок, что подтверждается рис. 4.

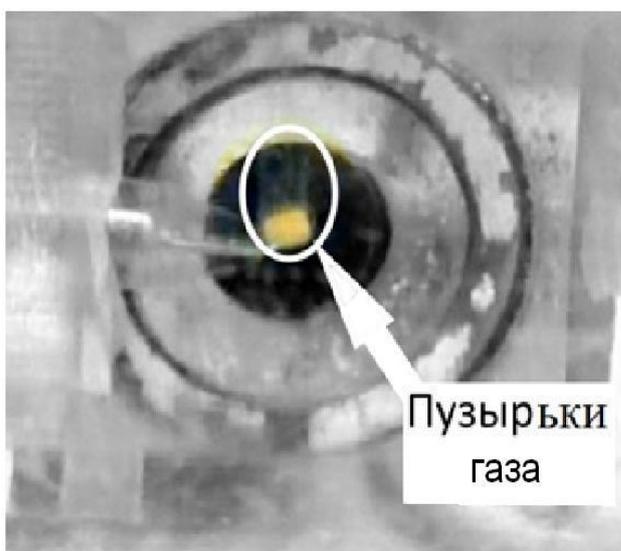


Рис. 3. Выделение газа в электролите NH_4NO_3

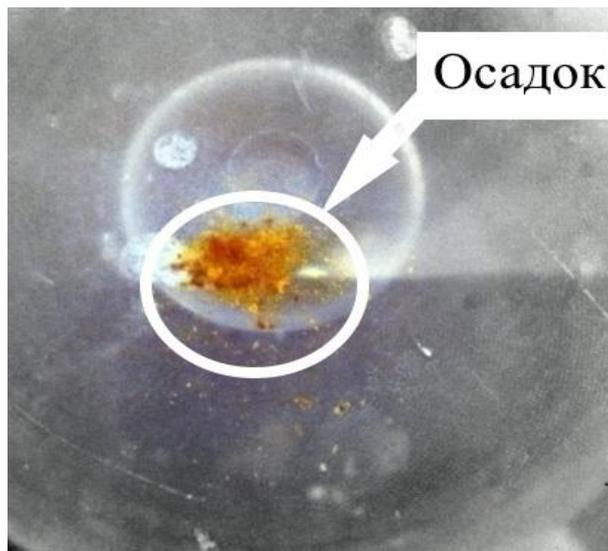


Рис. 4. Выпадение меди в осадок в электролите NH_4NO_3

Анализ полученной поляризационной зависимости (рис. 5) позволил установить области потенциалов активного и пассивного растворения меди.

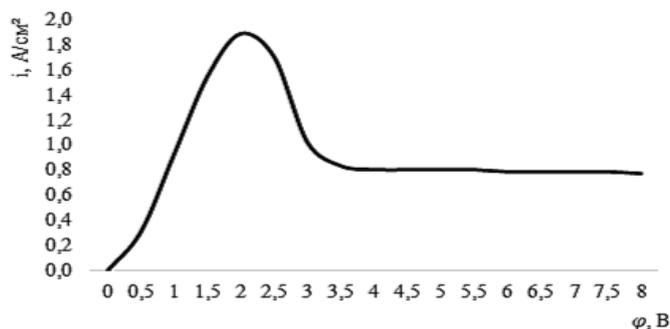


Рис. 5. Поляризационная зависимость в 5% водном нейтральном растворе NH_4NO_3

Так на поляризационной зависимости анодного растворения меди можно выделить два характерных участка. Первый участок поляризационной зависимости находится в диапазоне потенциалов от 0 В до 2 В и характеризуется повышением плотности тока до $i = 1,9 \text{ A/cm}^2$ с увеличением потенциала, что указывает на активное растворение обрабатываемого материала.

Второй участок поляризационной зависимости имеет иной характер растворения и находится в диапазоне потенциалов от 2 В до 8 В. На данном участке наблюдается постоянство плотности тока $i = 1,0 \text{ A/cm}^2$ в отмеченном диапазоне потенциалов, что свидетельствует о пассивном растворении меди.

Таким образом, исследования позволили выявить характер анодного растворения меди при обработке в вышеуказанном электролите. Установлена зависимость анодного тока (i) от потенциала (φ). Определены диапазоны потенциалов анодного и пассивного растворения меди.

Библиографический список:

1. Мороз И.И. Электрохимическая обработка металлов // М.: Машиностроение. – 1969 г. – 208 с.
2. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В. Анодное растворение быстрорежущей стали Р6М5 и ее составляющих в водных растворах // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск. – 2003. - № 4. – С. 141 – 147.
3. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Красильников Д.Б. Электрохимическая обработка безвольфрамовых твердых сплавов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2010. - № 3. – С. 3 – 7.
4. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Никитенко М.И., Моисеенко А.Н. Электрохимическое растворение покрытий из порошковых материалов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2011. - № 2. – С. 3 – 5.

5. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Марфелев А.А., Конев А.Ю. Электрохимическое растворение стали 110Г13Л // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2012. – № 3. – С. 40 – 41.
6. Л.И. Фрейман, В.А., Макаров, И.Е. Брыскин Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите // Л.: Химия. – 1972. – 240 с.

УДК 542.97

СУЛЬФАТИРОВАННЫЙ ОКСИД КРЕМНИЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ КАТАЛИЗАТОР РЕАКЦИИ (-)-ИЗОПУЛЕГОЛА С ВАНИЛИНОМ

^{1*} Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

Василишина О.Г.^{1}, Панченко В.Н.², Тимофеева М.Н.^{1,2}*

ouka_bum@mail.ru

Кислородсодержащие гетероциклические соединения (IIIa и IIIb) (схема) обладают существенной биологической активностью и используются в современной медицинской химии [1-2]. Получение этих соединений возможно по реакции взаимодействия изопулегола (I) с ванилином (II) (вариант циклизации Принса) (реакция 1).

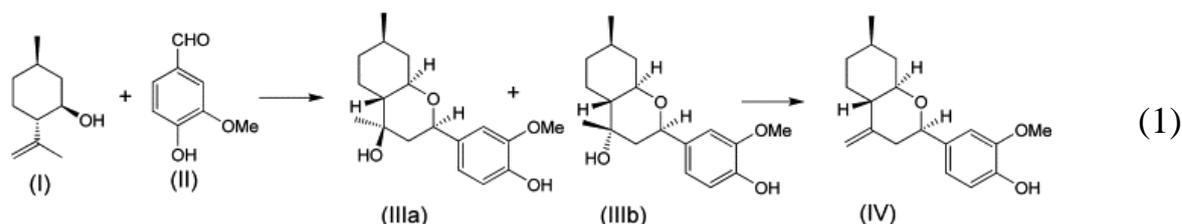


Схема реакции (-)-изопулегола с ванилином

Этот подход к синтезу данных соединений удовлетворяет в полной мере принципам и направлениям «зеленой химии». В настоящее время гетерогенных катализаторов для данного процесса известно не так много. Выход основных продуктов в их присутствии не превышает 60-75%. Кроме того вопросы возможности регулирования скорости реакции и ее селективности в их присутствии не изучены. Поэтому поиск новых каталитических систем и исследование возможности регулирования выхода

основных продуктов реакции в их присутствии является очень важной задачей.

В данной работе представлены результаты синтеза и исследования физико-химических и каталитических свойств $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ систем в реакции (1). $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ системы были получены химическим модифицированием силикагеля (Davison 752) хлорсульфоновой кислотой в безводном растворе толуола. Количество сульфогрупп определялось титрованием образца с 0.1М NaOH. Обозначения образцов и количество сульфогрупп в $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ приведены в таблице 1. Каталитические свойства полученных материалов изучены в реакции (1) в растворе толуола при 30 °С. Согласно полученным данным выход продуктов (III) составляет 70-80% за 1-3 ч. В присутствии $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ систем реакция протекает гетерогенно. После отделения $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ реакция останавливается.

Табл.1. Исследование реакции (-)-изопулегола с ванилином в присутствии систем $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$

	Количество $\text{-SO}_3\text{H}$ групп (ммоль/г)	Селективность за 30 мин ^a			<i>k</i> л/(ммоль·мин)	10^{56}
		Селективность III (мол.%)	III/IV (мол/мол)	IIIa/IIIb (мол/мол)		
S-1	5.36 ± 0.16	63.4	8.9	6.7	7.0	
S-2	4.18 ± 0.01	65.2	11.2	7.7	6.6	
S-3	2.46 ± 0.10	62.7	17.3	7.7	5.0	
S-4	1.52 ± 0.04	74.6	19.4	8.5	4.1	
S-5	1.37 ± 0.03	74.2	19.6	8.6	4.5	
S-6	0.90 ± 0.10	80.6	39.7	9.3	2.1	

Установлено, что скорость реакции и селективность реакции по продукту (III) зависит от количества сульфогрупп. С увеличением их количества скорость реакции возрастает, в то время как селективность реакции снижается (таблица 1). Селективность реакции по (III) возрастает с 63.4 до 80.6% с уменьшением количества сульфогрупп с 5.20 до 1.0 ммоль/г (таблица 1). Это объясняется снижением скорости реакции дегидратации (III) в (IV), что подтверждается снижением мольного соотношения продуктов (III)/(IV) (таблица 1).

Кислотные свойства $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ систем были изучены методом ИК-спектроскопии с использованием пиридина в качестве молекулы-зонда (таблица 2). Отметим, что пиридин позволяет регистрировать только сильные брэнстедовские кислотные центры. Установлено, что количество БКЦ и их сила возрастает с уменьшением общего количества сульфогрупп в $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$. Анализ влияния этих центров на скорость и селективность реакции указывает на то, что с увеличением их количества селективность реакции возрастает и снижается скорость реакции дегидратации (III) в (IV). Максимальная селективность 80.6 % по (IIIa+IIIb) наблюдалась в присутствии образца S-6.

Табл.2. Количество и сила БКЦ в SiO₂-SO₃H, определенное методом ИК-спектроскопии с использованием пиридина в качестве молекулы-зонда

	Количество SO ₃ H групп (ммоль/г)	Количество БКЦ (μмоль/г)	Сила БКЦ (кДж/моль)
S-0	0	0	1390
S-1	5.36 ±0.16	142	1157
S-2	4.18±0.01	371	1149
S-3	2.46±0.10	466	1142
S-4	1.52±0.04	512	1090
S-6	0.90±0.10	510	1136

Изучено влияние температуры прокаливания образца S-6 на количество сульфогрупп. Показано, что повышение температуры прокаливания с 90 до 300 °С приводит к снижению количества -SO₃H групп с 1.0 до 0.47 ммоль/г (таблица 3), что можно объяснить разрушением слабой С-О-SO₃H связи. Уменьшение количества сульфогрупп в образце приводит к снижению скорости реакции и выхода основного продукта (III).

Табл.3. Влияние температуры прокаливания образца SiO₂-SO₃H (S-6) на реакцию (-)-изопулегола иванилина^a

	Количество -SO ₃ H групп (ммоль/г)	Конверсия ванилина (%)	Выход (III) (мол.%)	Выход (IV) (мол.%)	(III)/(IV) (моль/моль)
90 °С	1.00	38.9	35.7	0.9	39.7
150 °С	0.84	42.2	37.6	2.2	17.1
300 °С	0.47	13.4	11.8	1.3	9.1

^a Условия эксперимента: 10 мг катализатора, 0.68 ммоль (I), 0.68 ммоль (II) в 4 мл толуола, 35 °С, 20 мин

Библиографический список:

1. Capim, S.L. High analgesic and anti-inflammatory in vivo activities of six new hybrids NSAIDs tetrahydropyran derivatives // Bioorg. Med. Chem.. – 2013. – № 21. – С.6003 – 6010.
2. Tian X., Jaber J., Rychnovsky S. Synthesis and structure revision of calyxin natural products // Bioorg. Med. Chem.. – 2006. – № 71. – С.316 – 3183.

СИНТЕЗ CoMo/Al₂O₃-В КАТАЛИЗАТОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ В НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРООБЕССЕРИВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ

¹ Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

²Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

*Ватутина Ю.В.², Климов О.В.^{1,2}, Леонова К. А.¹, Перейма В.Ю.¹, Корякина Г.И.¹, Дик П.П.¹, Уваркина Д.Д.¹, Герасимов Е.Ю.¹, Просвирина И.П.¹,
Носков А.С.^{1,2}*

e-mail: yuliy.vatutina@yandex.ru

Начиная с 2015 года в России качество всего производимого дизельного топлива должно строго соответствовать стандарту ЕВРО 5 [1], ограничивающего содержание серы до 10 ppm. Большая часть нефти добываемой на территории Российской Федерации - сернистая и высокосернистая [2]. Для получения малосернистого топлива на российских нефтеперерабатывающих заводах в основном используют импортные катализаторы, поскольку отечественные катализаторы не обладают достаточной эффективностью. Поэтому в настоящее время одной из главных задач нефтепереработки является получение и внедрение конкурентоспособных отечественных катализаторов, обладающих высокой активностью в реакциях гидрообессеривания и способных работать в мягких условиях эксплуатации.

Традиционные катализаторы гидроочистки представляют собой Co-Mo системы, нанесенные на γ -Al₂O₃. Важными составляющими таких катализаторов являются активный компонент и носитель. Известно, что активным компонентом катализатора гидроочистки является Co-Mo-S фаза. В литературе описано множество работ, посвященных селективному синтезу Co-Mo-S фазы [3, 4]. Поэтому можно утверждать, что получение активного компонента заданного состава и морфологии является хорошо изученной и проработанной методикой.

Увеличение эксплуатационных характеристик катализаторов гидроочистки, содержащих активную Co-Mo-S фазу, возможно за счет изменения свойств носителя. Традиционно, в качестве носителя катализаторов гидроочистки используют γ -Al₂O₃. Изменение свойств γ -Al₂O₃ возможно за счет введения модифицирующих добавок, таких как В, Р, Mg, Si. В данной работе в качестве модифицирующего агента был выбран В, так как он является наиболее доступным по сравнению с другими выше представленными модификаторами. Анализ литературных источников показал, что добавление соединений В позволяет варьировать такой параметр как кислотность и уменьшает взаимодействие между активным компонентом и носителем катализатора [5].

Настоящая работа посвящена изучению влияния содержания В на активность Co-Mo/ γ -Al₂O₃ катализаторов гидроочистки. В работе изучена

серия катализаторов, отличающихся содержанием В в носителе. Показано, что введение небольших количеств В в катализатор приводит к увеличению его гидрообессеривающей активности в гидроочистке дизельных фракций.

Экспериментальная часть

Образцы катализаторов были приготовлены методом пропитки по влагоемкости носителя $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, модифицированного В, раствором биметаллического комплекса $[\text{CoL}_x][\text{Mo}_4(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2\text{O}_{11}]$, где $L=\text{H}_2\text{O}$, NH_3 . Концентрация В в исходных носителях составляла 1% (КГО-1), 1,5% (КГО-2), 2% (КГО-3) и 3% (КГО-4). Концентрацию комплекса в растворе подбирали таким образом, чтобы содержание активных металлов в конечном катализаторе составило $10 \pm 0,1$ % Мо и $3 \pm 0,1$ % Со. После пропитки катализаторы сушили при температуре 120 °С. После чего катализаторы сульфидировали в токе H_2S .

В качестве образца сравнения был приготовлен катализатор КГО-0 идентичного состава без добавления В.

Тестирование $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-В}$ катализаторов проводили в гидроочистке дизельной фракции (Омский НПЗ, стартовая температура процесса гидроочистки с использованием импортных катализаторов составляет 360 °С) с содержанием $S=900$ ppm, $N=125$ ppm, плотность при 20 °С $0,851\text{г}/\text{см}^3$, при следующих условиях: давление в реакторе 3,8 МПа, $\text{H}_2/\text{сырьё} = 396$ $\text{нм}^3\text{H}_2/\text{м}^3$ сырья, при температуре в реакторе 350 °С, объемная скорость подачи сырья $1,9$ ч^{-1} .

Полученные сульфидные катализаторы были охарактеризованы такими физико-химическими методами, как рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ).

Результаты и их обсуждение

При рассмотрении спектров $\text{Co}2p$ установлено, что Со в катализаторах находится в состоянии Co^{2+} , что подтверждается присутствием интенсивных спутников со стороны больших значений энергии связи. Кроме того, полученное значение $E_{\text{св}} = 779,1$ эВ близко к значениям, описанным в литературе для Со в составе Со-Мо-S фазы [6, 7].

Значение энергии связи $E_{\text{св}}$ в спектре $\text{Mo}3d$ составило 229,1 эВ. Данное значение согласуется с литературными данными для Мо в составе Со-Мо-S фазы [6, 7] и соответствует валентному состоянию Mo^{4+} . Значение энергии связи $\text{V}1s$ составляет $E_{\text{св}} = 192,7$ эВ. Это значение несколько меньше значения энергии связи V_2O_3 равного $E_{\text{св}} = 193,3$ эВ [8]. Такое отличие обусловлено взаимодействием В с $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Полученные результаты ПЭМ представлены в таблице 1.

По данным ПЭМ установлено, что активный компонент полученных катализаторов преимущественно представлен однослойными пакетами. В образцах катализаторов КГО-1 и КГО-2, содержащих соответственно 1 и 1,5 % В, активный компонент равномерно распределен по поверхности носителя. В этих катализаторах среднее количество слоев составляет примерно 1. Отмечено, что при увеличении содержания В в носителе происходит увеличение среднего количества слоев в пакете и средней длины слоя. На

микрофотографиях образцов КГО-3, КГО-4 наблюдаются участки, где активный компонент представлен полислоистыми структурами. Кроме того, отмечено, что увеличение содержания В в носителе приводит к уменьшению средней длины слоя. Из данных ПЭМ видно, что введение В в носитель незначительно влияет на морфологию активного компонента. Однако, увеличение слоев в пакете при увеличении содержания В указывает на то, что введение В приводит к уменьшению взаимодействия между активным компонентом и носителем.

Табл.1. Данные ПЭМ для катализаторов с добавлением В

Катализатор	Средняя длина слоя, нм	Среднее количество слоев	Среднее количество слоёв на 1000 нм ²
КГО-1	3.70	1.09	43
КГО-2	3.50	1.05	45
КГО-3	3.56	1.22	55 50
КГО-4	3.41	1.20	49

Остаточное содержание S в гидрогенизате, полученном на катализаторах содержащих В и катализаторе сравнения (без В), определяли на анализаторе серы и азота XplorerSN. Установлено, что добавление соединений В в носитель значительно увеличивает степень гидрообессеривания (рис. 1). При t=350 °C наиболее активным является катализатор, содержащий 2% В. Увеличение содержания В до 3% или уменьшение до 1,5% приводит к снижению активности катализаторов. Наиболее вероятно такое поведение катализаторов связано с тем, что в области глубокой гидроочистки – гидрообессеривание трудно превращаемых соединений дибензотиофена и его гомологов, на которые приходится оставшиеся 10 ppmS, - содержание В в носителе имеет критическое влияние.

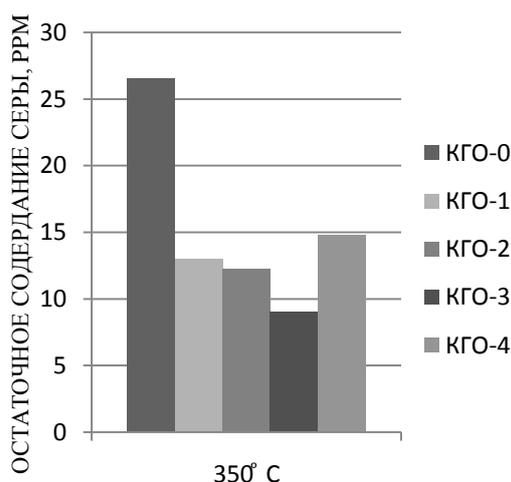


Рис. 1. Диаграмма зависимости остаточной концентрации соединений серы в гидрогенизате от содержания В (%) в носителе при разных температурах процесса

-

- Таким образом, в ходе работы, установлено, что модификация Со-Мо/Al₂O₃-В катализаторов бором, увеличивает их активность в реакциях гидрообессеривания. Наибольшей эффективностью обладает катализатор с концентрацией бора равной 2 %, обеспечивающий снижение уровня серы в гидрогенизате до 10 ppm.

- *Библиографический список:*

1. ГОСТ Р 52368-2005
2. Капустин, В.М., Рудин, М.Г. Химия и технология переработки нефти. -
- Изд. Химия – 2013. – 496 с.
3. Климов О. В. Bimetallic Co–Mo complexes: A starting material for high active hydrodesulfurization catalysts. / О. В. Климов // Catalysis Today. 2010. V.150. P. 196–206.
4. Климов О.В. Бифункциональные катализаторы в гидрогенизационных процессах нефтепереработки// Химия в интересах устойчивого развития.- 2011. - С. 59-66.
5. Dien Li, T Sato, M Imamura, T Shimada, A Nishijima. The effect of boron on HYD, HC and HDS activities of model compounds over Ni–Mo/ γ -Al₂O₃–B₂O₃ catalysts //Applied catalysis B:Enviromental. - 1998.- С. 255-260.
6. Y. Okamoto, H. Nakano, T. Shimokawa, T. Imanaka and S. Teranishi J. Catal. 50 (1977) 447.
7. J. S. Brinen and W. D. Armstrong J. Catal. 54 (1978) 57.
8. Ильинчик Е.А., Волков В.В., Мазалов Л.Н. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия соединений бора // Журнал структурной химии. - 2005.- С. 535-546.

УДК

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ
ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА НЕФТЕБАЗЕ
ЗАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ТЕРМИНАЛ» Г. НОВОСИБИРСК**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Виноградов А. В., Эйсак М. Д.
e-mail: mariya_eisak@mail.ru

Новосибирская нефтебаза ЗАО «Газпромнефть – Терминал» предназначена для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов потребителям, а также для заправки топливом транспортных средств. По характеристикам общей вместимости (суммарному объему хранимого продукта в резервуарах и таре) и номинальному объему резервуаров нефтебаза относится к категории ШБ. Территория Новосибирской нефтебазы

– 18000 м². [1]

На территории нефтебазы размещены площадка для слива нефтепродуктов из ж.д. цистерн, наземный резервуарный парк вместимостью 6800 м³, подземный резервуарный парк в количестве 12 ед. общей вместимостью 1200 м³, две насосные станции, две наливные эстакады автоцистерн, технологические трубопроводы, узел управления задвижками, установка улавливания легких фракций, склад пенообразователя, дизельная электростанция, здание операторной.

Сохранение работоспособности и долговечности оборудования является одной из важнейших задач для бесперебойной работы и обеспечения безопасности. Для этого необходимо своевременно проводить ремонты и не допускать простоев по техническим причинам. Система

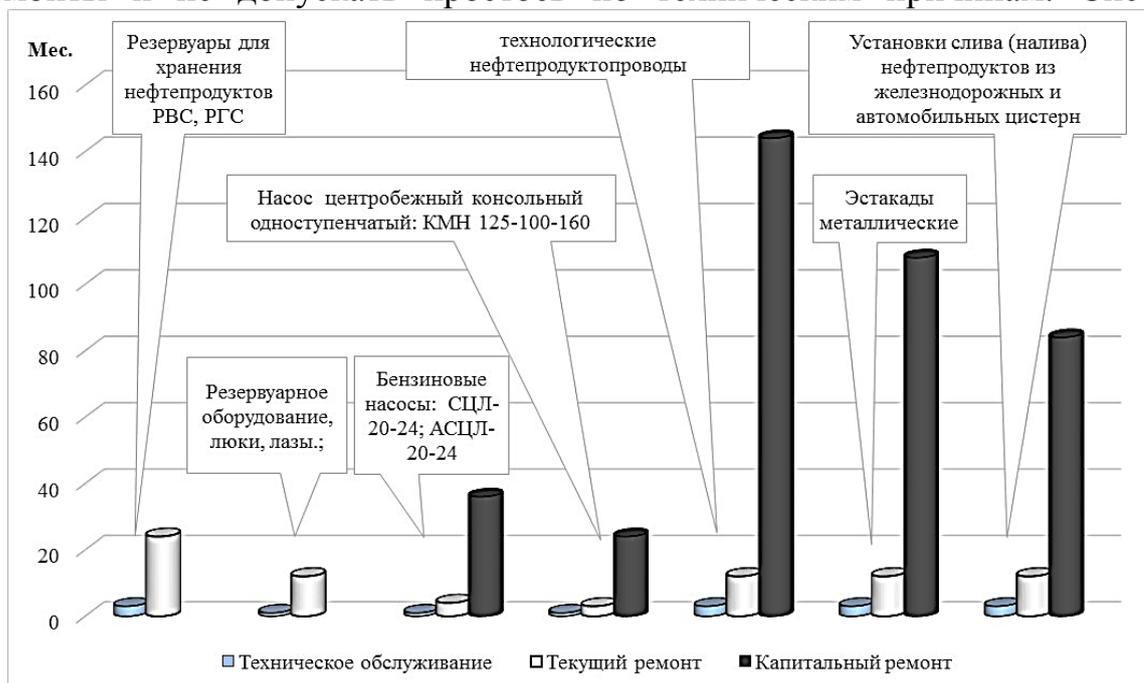


Рис.1. Периодичность и структура ремонтного цикла на нефтебазе ЗАО "Газпромнефть-Терминал"

планово-предупредительных ремонтов включает в себя техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.

Техническое обслуживание заключается в проверке оборудования в соответствии с технической документацией на механические повреждения, состояния болтовых, шпоночных соединений, контроль стыковых и сальниковых уплотнений, и при необходимости чистке, регулировке, добавлению смазки, замене быстроизнашиваемых и легкозаменяемых деталей, и т.п. Задачи технического обслуживания на нефтебазе ежедневно выполняются мастерами смен, а так же по необходимости, но не реже раза в десять дней его проводят главный инженер и слесарь-электрик.

Операции текущего ремонта и капитального ремонта на нефтебазе ЗАО «Газпромнефть-Терминал» проводятся с помощью подрядных организаций в установленном порядке. На Рисунке №1 представлена диаграмма отражающая периодичность необходимых мер при эксплуатации оборудования нефтебазы. [2]

На территории нефтебазы предусмотрена ремонтно-механическая мастерская, где отведены специальные места для выполнения работ: сборки мелких металлоконструкций, связанных с применением огневых работ, сборки отдельных монтажных узлов, оборудования, сооружений, трубопроводов и других приспособлений. Она расположена на расстоянии 40 метров от АСН (ближайшее сооружение склада) в соответствии с п. 2.8 СНиП 2.11.03-93 [5]. Покрытие пола бетонное, ровное, нескользкое. Стены сооружены блоками из негорючего материала. Организация рабочих мест обеспечивает прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15°[6]. Вентиляция помещения естественная.

К огненным работам относятся операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температур, способных вызвать воспламенение материалов и конструкций. [3]

Огневые работы также могут выполняться на специально отведенных площадках, расположенных с соблюдением установленных разрывов от пожаро- и взрывоопасных производственных участков, когда эти работы невозможно проводить в специально отведённых для этой цели постоянных местах. Например, при капитальном ремонте технологических нефтетрубопроводов производится сварка длинных или негабаритных участков трубопроводов, которые по своим размерам превосходят размеры дверных проходов или ремонтной мастерской.

Выполнение огневых работ на временных местах, в том числе и в аварийных случаях, проводятся только после оформления наряда-допуска на проведение огневых работ, а также проводятся только в дневное время (за исключением аварийных случаев). Огневые работы на территории взрывопожароопасных технологических участков или сооружениях разрешается проводить только при выполнении следующих условий:

- прекращаются сливо-наливные операции и с территории площадки слива удаляются автоцистерны;
- должны быть остановлены аппараты, машины и другое производственное оборудование с освобождением их от пожаро- и взрывоопасных продуктов и с отключением от источников питания;
- площадки и поверхности оборудования должны быть полностью очищены от замазученности и случайно разлитых нефтепродуктов в радиусе 20 метров от места проведения огневых работ;
- камеры, колодцы, гидравлические затворы и емкости, расположенные на расстоянии до 20 метров от места проведения огневых работ, проверены, плотно закрыты крышками и сверху засыпаны песком (землей) слоем не менее 10 см;

Следовательно, работа нефтебазы частично, а то и полностью приостанавливается на время проведения ремонтных работ (в случае капитального ремонта технологических трубопроводов до 7 рабочих дней).



Рис.2. План нефтебазы и предлагаемое расположение участка для сварочных работ.

Чтобы избежать простоя производства предлагается создание временного участка для ведения огневых работ за территорией нефтебазы.

На Рисунке № 2 представлен наиболее подходящий нашим целям участок. Он находится в непосредственной близости к территории нефтебазы, имеет большую площадь (600 м^2), на которой можно разместить заготовки труб длиной 11 м, автокран для погрузки-разгрузки, трубовоз и не

посредственно участок работ. Обеспечивается наименьшее расстояние до запасного въезда на территорию и кратчайший путь до парков вертикальных и подземных резервуаров. Участок находится на тупике, что гарантирует свободный доступ автотранспорта и спецтехники не только к нему, но и к соседним организациям.

Для организации рабочего места сварщика необходимо обеспечить ровную и твердую поверхность покрытием из несгораемых материалов, таких как бетон или асфальт. Необходимо установить специальные ограждения, защищающими место сварки от ветра, сквозняков и атмосферных осадков, обеспечить участок первичными средствами пожаротушения; Рабочее место может быть оборудовано средствами малой механизации, что облегчит не только сварку, но и погрузочно-разгрузочные работы. [7] Зона проведения огневых работ должна быть очищена от горючих веществ и материалов в радиусе 5 м. [4]

Сварщики должны быть обеспечены спецодеждой и инструментом соответственно выполняемому виду огневых работ. [7] Проведение временных огневых работ должно допускаться только после оформления наряда-допуска, выданного главным инженером (руководителем) предприятия. Наряд-допуск необходимо согласовывать с представителем добровольной пожарной дружины. Для приведения технологического оборудования, участвующего в огневых работах в безопасное состояние необходимо обеспечивать его дегазацию до содержания паров нефтепродуктов не более $2,0 \text{ г/м}^3$. А также запрещается использование спецодежды со следами масла, бензина, керосина и других горючих жидкостей. [4]

Благодаря переносу площадки, автоматически обеспечивается

безопасное расстояние от сооружений склада. Наиболее близкое сооружение склада находится на расстоянии 43,5 м, которое согласно п. 2.8 СНиП 2.11.03-93 является безопасным. А также, позволяет выводить из эксплуатации только ремонтируемое оборудование, без остановки работы всей нефтебазы на время капитального ремонта.

Библиографический список:

1. Паспорт безопасности Новосибирской нефтебазы ЗАО «Газпромнефть-Терминал»
2. График ППР для Новосибирской нефтебазы ЗАО «Газпромнефть-Терминал»
3. ВНЭ 5-79 ППБО-103-79 Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности
4. Типовая инструкция по общим правилам безопасности при проведении огневых работ на предприятиях нефтепродуктообеспечения ТОИ Р-112-15-95
5. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы»
6. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования
7. СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОКЛАДКИ ЭЛЕКТРОЖГУТОВ СВЕРХЗВУКОВОГО МАНЕВРЕННОГО САМОЛЕТА

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Волков М.А., Рынгач Н.А.

Volkovm.2010@yandex.ru

В самолетостроении сборочные работы занимают особое место. Повышение качества сборочных работ существенно влияет на эффективность всего авиационного производства, поскольку трудоемкость сборки составляет 45–50 % общей трудоемкости изготовления самолета.

Процесс окончательной сборки является одним из сложных этапов сборки всего самолета, в связи с тем что все операции выполняются в ручную без как либо средств автоматизации и механизации.

Цель данной работы заключается в снижение трудоемкости и сокращения цикла окончательной сборки.

В рамках выполнения Государственного контракта по производству сверхзвукового многоцелевого истребителя, перед НАЗ им. В.П. Чкалова стоит задача по организации поточной линии окончательной сборки на 5-ти рабочих местах цеха. Для обеспечения директивного такта сборки изделия необходимо сократить цикл сборки на 2 дня. Реализация данного проекта обеспечит выполнение поставленной задачи.

Проект затрагивает наиболее длинные жгуты, идущие из закабинного отсека через гаргрот в мотогондолы и хвостовую балку и предполагает «разрезку» жгутов путем установки технологических разъемов на панелях по жгутовым трассам правого и левого борта.

Техническая характеристика

1. Перенести коробки реле №1 и №2 в переднюю часть закабинного отсека, установив их над дверью в кабину максимально близко к потолку закабинного отсека;
 - На место, освободившееся после переноса коробок установить панели технологических разъемов:

правый борт - на 9 разъемов

левый борт – на 7 разъемов

Для обеспечения удобства демонтажно/монтажных работ в районе панелей технологических разъемов, стыковку жгутов предлагается

производить через переходники

- Перегруппировать провода двух систем из тонких (<10 проводов) жгутов, идущих одинаковыми трассами в объединенные жгуты, с одновременным исключением лишних переходов жгутовых трасс с одного борта на другой.

Описание и обоснование

1. В настоящее время технология закладки жгутов предполагает последовательный порядок монтажа жгутов и агрегатов в отсеках двигателей, гаргроте, хвостовой балке, закабинном отсеке, поскольку длинные существующие жгуты проходят через все отсеки и закладываются на борт после окончания монтажа агрегатов во всех отсеках:
 - Предлагаемое разделение жгутов позволит перейти на поотсечный монтаж.
 - Уменьшенная длина объединенных жгутов позволит уменьшить процент брака по причине повреждения проводников при монтаже
2. Перегруппировка проводников в жгутах позволит:
 - Сократить количество соединителей, собираемых на изделия (~36 штук), что уменьшит цикл пайки электросоединителей на изделии. Сборка соединителей на плазе в электромонтажном цехе позволит повысить качество заделки проводников.
 - Исключить порядка 20шт. муфт сращивания (заделываются на изделии) проводников;
3. Меньшая итоговая длина жгутов повысит ремонтпригодность изделия, улучшит доступ к электросоединителям при отыскании неисправностей и повреждений, в том числе и в эксплуатирующих организациях.
4. Изменение массы и центровки:
 - Введение панелей технологических разъемов (масса панели правого борта 1.89 кг, панели левого борта 1.47кг) компенсируется уменьшением массы жгутов на ~6кг (за счет уменьшения длины проводников при перекидках с борта на борт), суммарное уменьшение массы составит 2.64кг.
 - Перенос коробки реле №1 (масса 3.3 кг), коробки реле №2 (масса 3.72 кг) приведет к смещению центра масс на 2мм вперед по направлению полета.

5. Отрицательные стороны проекта:

- Требуется изменение монтажа коробок реле №1 №2;
- Введение двух панелей технологических разъемов и переходников;
- Отработка на объекте длин объединенных жгутов.

Библиографический список:

1. Абибов А.Л., Бiryюков В.В., Бойцов В.П. Технология самолётостроения, Москва 1970 г. С.337-360.

УДК 531.36

О ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗАННОСТИ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТВЁРДОГО ТЕЛА НА УПРУГИХ ОПОРАХ

Научно-исследовательский институт электронных приборов (НИИЭП),
г. Новосибирск

*Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),
г. Новосибирск

*Волошин А. В., Остроменский П. И.**

volosh7@yandex.ru

Установленное на упругих опорах твёрдое тело в общем случае имеет шесть различных собственных частот колебаний. Если центр жёсткости упругого подвеса, состоящего из совокупности упругих опор, не совпадает с центром масс твёрдого тела (рис. 1а), то собственные и вынужденные колебания такого тела будут взаимосвязанными. При возбуждении колебаний в одном направлении возбуждаются взаимосвязанные линейные и угловые колебания в других направлениях, происходит «перекачка» энергии колебаний по координатам [1].

Для исключения динамической связанности резонансных колебаний тела на упругих опорах и сближения всех собственных частот используют способы совмещения центра масс тела с центром жёсткости его упругого подвеса.

Известны два способа совмещения центра масс тела и центра жёсткости его упругого подвеса, выполненного в виде дискретных упругих опор. В первом способе упругие опоры соединены с твёрдым телом так, что силы упругости, действующие на тело при его смещениях в продольном и поперечных направлениях, приводятся к равнодействующим, приложенным в центре масс.

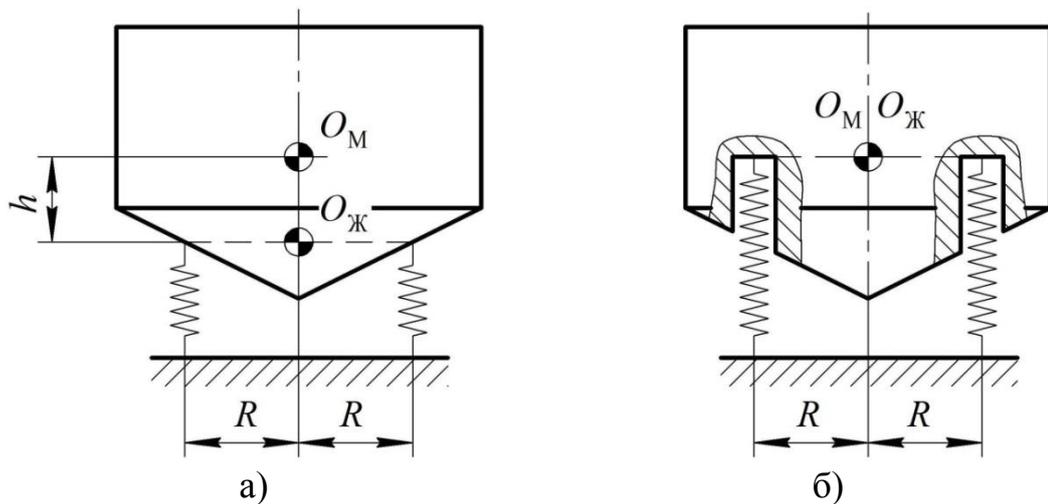


Рис. 1. Твёрдое тело на упругом подвесе:

а) – центр масс O_M и центр жёсткости $O_Ж$ разнесены, б) – центры O_M и $O_Ж$ совмещены.

Таким образом обеспечивается совмещение центра масс тела и центра жёсткости упругого подвеса.

На рис. 1б показана одна из возможных конструктивных схем совмещения центра масс тела с центром жёсткости его упругого подвеса первым способом.

Второй способ совмещения центра масс с центром жёсткости основан на использовании в упругом подвесе наклонных упругих опор [1, 2].

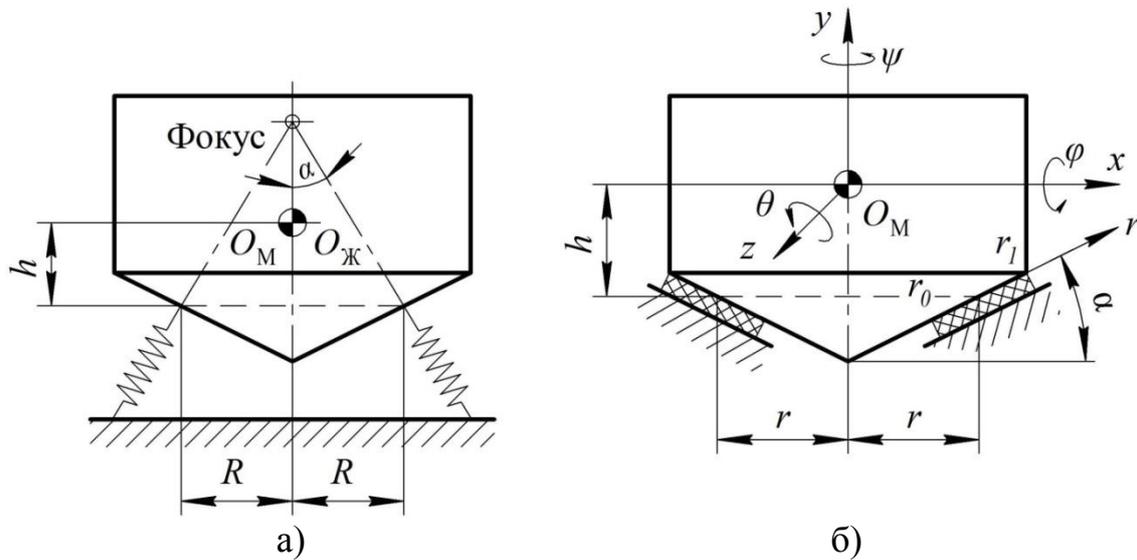


Рис. 2. Твёрдое тело на наклонном упругом подвесе: а) – в виде дискретных упругих опор; б) – в виде сплошного конического упругого слоя.

В случае плоских колебаний осесимметричного тела на наклонных упругих опорах (рис. 2а), исходя из условия равенства нулю суммарных моментов реакций упругих опор, получают условие совмещения центра масс и центра жёсткости в виде [2]:

$$\frac{h}{R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha + \frac{1}{K-1}} \quad (1)$$

где $K = k_{\text{пр.}}/k_{\text{поп.}}$ – соотношение коэффициентов продольной $k_{\text{пр.}}$ и поперечной $k_{\text{поп.}}$ жёсткости, которое может быть определено, как $K = E/G = 2(1+\mu)$; E и G – соответственно модули упругости и сдвига, а μ – коэффициент Пуассона материала упругой опоры.

Если наклонные упругие опоры равномерно расположены по окружности радиуса R под углом α к оси симметрии тела OY , а количество виброизоляторов $n \geq 3$ (рис. 2б), то условие разделения связанных колебаний для такой фокальной подвески будет выглядеть так [1]:

$$\frac{h}{R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha + \frac{2}{K-1}} \quad (2)$$

если число наклонных упругих опор n (рис. 2а) увеличивать до бесконечности, то приходим к случаю установки тел на сплошной наклонной кольцевой опоре шириной $(r_1 - r_0)$ (рис. 2б). Для этого случая условие, при котором центр масс оказывается совмещённым с центром жёсткости, для твёрдого тела на коническом упругом слое при обозначениях, показанных на рис. 2б, будет иметь вид [3, 4]:

$$\frac{h}{R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha + \frac{2}{K-1}} + \left[\frac{2}{3r_1} \cdot \frac{(r_1^3 - r_0^3)}{(r_1^2 - r_0^2)} - 1 \right] \cdot \text{tg} \alpha \quad (3)$$

При $r > r_0$ и $r \rightarrow r_1$ второе слагаемое в формуле (3) стремится в пределе к нулю и формула (3) переходит в формулу (2).

На рис. 3 и 4 схематически показаны результаты компьютерного моделирования различных конструктивных схем крепления осесимметричного

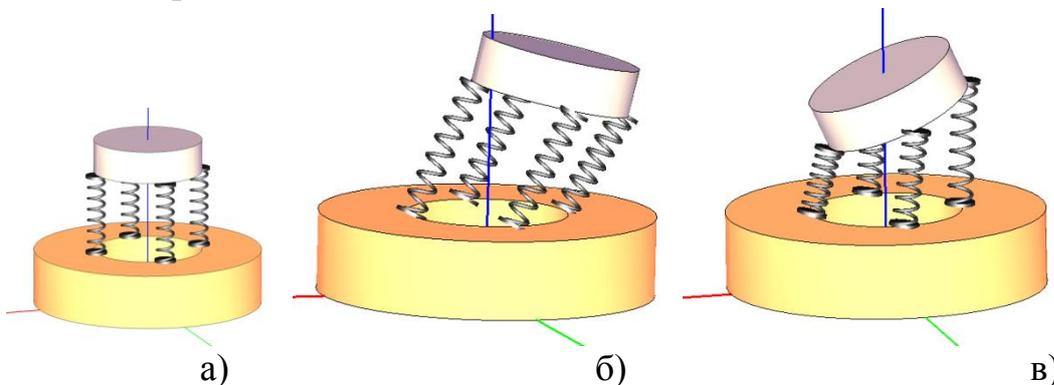


Рис. 3. Формы колебаний тела с несовпадающими центрами масс и жёсткости:

а) – продольные, б) – связанные поперечно-угловые, в) – угловые.

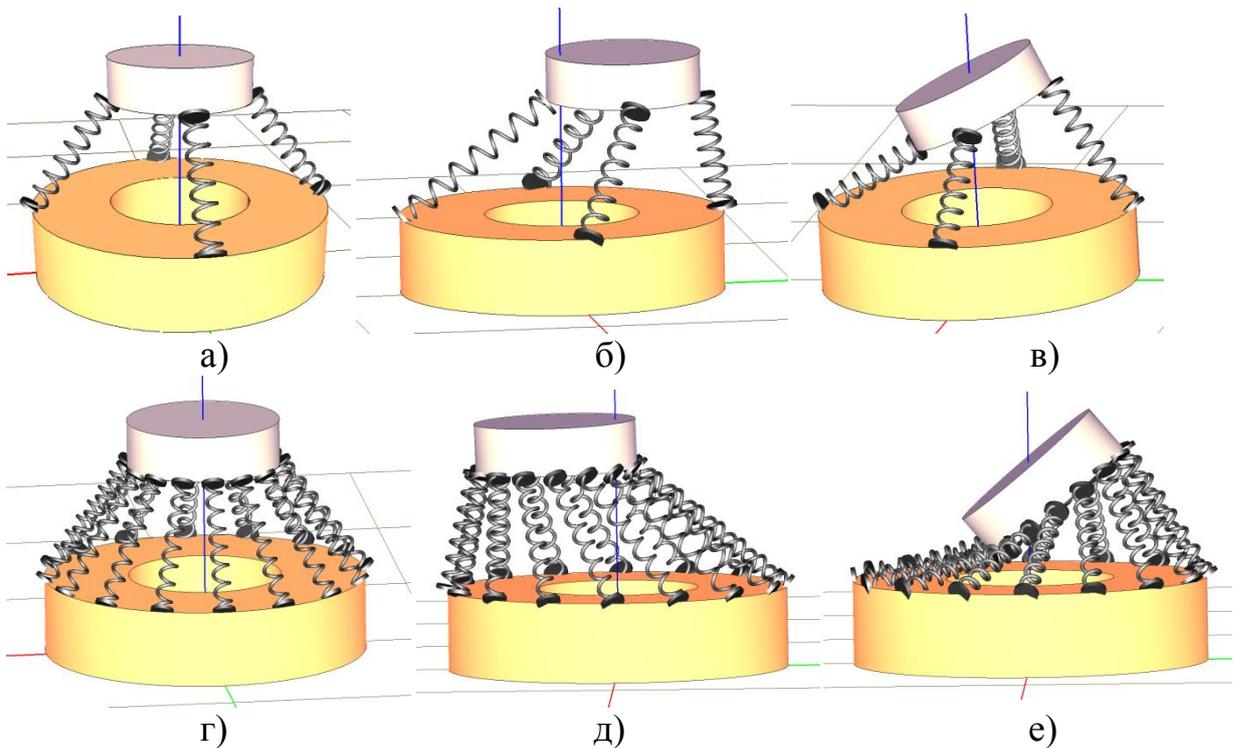


Рис. 4. а), г) – продольные; б), д) – поперечные; в), е) - угловые колебания тела с совмещёнными центрами масс и жёсткости соответственно на четырёх и 16 упругих опорах.

тела на дискретных упругих опорах. Моделирование проводилось с помощью программы UMExpress, поддерживающей анимацию движения трёхмерных динамических систем. Упругие опоры представлялись линейными пружинами, испытывающими малые деформации, с заданными продольной $k_{пр}$ и поперечными $k_{поп}$ жёсткостями.

На рис. 3б хорошо видно, что при несовпадении центра масс с центром жёсткости упругих опор наблюдаются взаимосвязанные поперечные и угловые колебания тела. На рис. 4б и 4д, в отличие от рисунка 3б, видно, что при поперечных колебаниях, благодаря совмещению центра масс с центром жёсткости упругого подвеса, отсутствуют какие-либо угловые перемещения.

С помощью программы UMExpress был проведён частотный анализ схем упругого подвеса осесимметричных тел на вертикальных и наклонных пружинах (рис. 3 и 4). Количество пружин n в схемах подвеса варьировалось от трёх до 16. Коэффициенты жёсткости пружин в продольном и поперечных направлениях подбирались таким образом, чтобы суммарная жёсткость подвеса во всех конструктивных схемах независимо от количества пружин всегда оставалась постоянной. При этом принималось $K = k_{пр}/k_{поп} = 2,6$ при $\mu = 0,3$; для $n \geq 3$ $(h/R)_{max} = 0,3$ при $\alpha = 36^\circ$, а собственная частота продольных колебаний тела по оси y составляла $f_{пр} = 10$ Гц.

Для оценки уменьшения диапазона собственных частот при устранении динамических связей между собственными колебаниями тела в различных направлениях использовано отношение собственных частот $f_{поп}/f_{пр}$, где $f_{поп}$ – собственная частота поперечных колебаний тела.

В результате компьютерного моделирования было установлено, что при

указанных выше условиях для схемы упругого крепления, показанной на рис. 3, независимо от количества опор n ($n \geq 3$), отношение нижней частоты связанных поперечно-угловых колебаний $f_{\text{поп.}} = 6$ Гц к частоте продольных колебаний тела $f_{\text{пр.}}$ составляет $f_{\text{поп.}}/f_{\text{пр.}} = 0,6$. Для схемы упругого подвеса на n наклонных опорах ($n \geq 3$) и при переходе в пределе к коническому упругому слою отношение собственных частот $f_{\text{поп.}}/f_{\text{пр.}}$ составляет $f_{\text{поп.}}/f_{\text{пр.}} = 0,8$ ($f_{\text{поп.}} = 8$ Гц).

При осевой симметрии тела продольные колебания тела на упругом подвесе не имеют в линейном приближении динамических связей с остальными собственными колебаниями. Поэтому возрастание на 30% отношения частот $f_{\text{поп.}}/f_{\text{пр.}}$ однозначно характеризует уменьшение диапазона частот собственных колебаний тела на упругих опорах. Это обеспечивает повышение собственной частоты поперечных колебаний с одновременным уменьшением динамической связанности собственных колебаний при сохранении собственной частоты продольных колебаний.

Библиографический список:

1. У. Кер Вильсон. Вибрационная техника. М.: Машгиз, 1963.– 416 с.
2. Клюкин И.И., Клещев А.А. Судовая акустика. Л.: Судостроение, 1982.–144 с.
3. Остроменский П.И., Волошин А.В. О разделении двухсвязных колебаний тела на виброизоляторе в виде сплошного упругого слоя // Вопросы виброзащиты и вибротехники: Межвуз. сб. научн. тр. / Новосибир. электротехн. ин-т – Новосибирск, 1990. С. 6 - 17.
4. А. с. 1641457(СССР), МКИ В 06 В 1/00. Виброизмерительный преобразователь/Волошин А.В., Остроменский П.И.– опубл. в Б.И., 1991.-№ 14.

УДК 539.3/6

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ РОСТА ДИССИПАТИВНЫХ ПОТЕРЬ В СТЕРЖНЯХ С НЕСОВЕРШЕННОЙ УПРУГОСТЬЮ, СЖИМАЕМЫХ СИЛАМИ БЛИЗКИМИ К КРИТИЧЕСКИМ ЭЙЛЕРОВЫМ

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Воробьев А.В, Родионов А.И, Рунц С.Е.

1. Введение

В докладе представлены результаты исследований технических систем разного назначения, элементами которых являются стержни с несовершенной упругостью. Приведены феноменологические объяснения роста диссипативных потерь в стержнях с несовершенной упругостью, при приближении сжимающих сил к критическим Эйлеровым.

2. Случай статического нагружения

Рассмотрим случай аномального роста внутренних потерь в статике в упругосжатом тонком стержне при стремлении продольносжимающей силы к Эйлеровой.

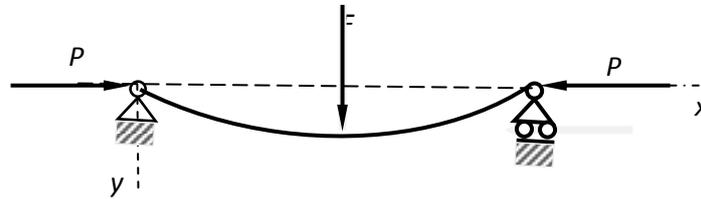


Рис. 1. Расчетная схема

Рассмотрим систему, представленную на Рис.1.

Определим прогиб $y = y(x)$. Согласно [4,с.514] прогиб будет равен:

$$y = \frac{2Pl^3}{\pi^4 EJ} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^4(1-\frac{\beta}{m^2})} \sin \frac{m\pi a}{l} \sin \frac{m\pi x}{l} \quad (1)$$

Здесь $\beta = \frac{Q}{F_3}$, $F_3 = (\frac{\pi}{l})^2 EJ$

При $a=l/2$ получим:

$$y = \frac{2Pl^3}{\pi^4 EJ} \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{(2n+1)^4 m^4 (1-\frac{\beta}{(2n+1)^2})} \sin(\frac{\pi(2n+1)}{l} x) \quad (2)$$

Учет внутренних потерь в статике может быть осуществлен следующим способом. Согласно [3,с.9], наиболее часто употребляемой характеристикой внутреннего трения является величина:

$$\Psi = \frac{\Delta E}{U} \quad (3)$$

Здесь ΔE потери энергии в стержне за цикл нагружения, U – упругая энергия. Коэффициент внутреннего трения Ψ на самом деле, по-видимому, является медленноменяющейся функцией β в интересующем нас диапазоне изменения β от $(1-\delta, 1+\delta)$. Эта гипотеза выполняется в силу слабой зависимости $\beta = \beta(\varepsilon)$ в данном диапазоне [3]. Если же это не так, то все равно можно оценить потери энергии за цикл нагружения по теореме о среднем:

$$\Delta E = \overline{\Psi}_{cp} U \quad (4)$$

Определим внутреннюю энергию U :

$$U = \frac{EJ}{2} \int_0^l (y)'' dx = \frac{2P^2 l^3}{\pi^4 EJ} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{((2n+1)^2 - \beta)^2}$$

Получим:

$$\Delta E = \overline{\Psi}_{\text{cp}} U = \overline{\Psi}_{\text{cp}} \frac{2P^2 l^3}{\pi^4 EJ} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{((2n+1)^2 - \frac{Q}{F_3})^2} = \overline{\Psi}_{\text{cp}} \frac{2P^2 l^3}{\pi^4 EJ} \left(\frac{1}{(1 - \frac{Q}{F_3})^2} \right) +$$

$$+ \overline{\Psi}_{\text{cp}} \frac{2P^2 l^3}{\pi^4 EJ} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{((2n+1)^2 - \frac{Q}{F_3})^2} \approx \frac{K(P, \Psi)}{(1 - \frac{Q}{F_3})^2} + K(P, \Psi) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{16n^2(n+1)^2} \quad (5)$$

Здесь $K(P, \Psi) = \overline{\Psi}_{\text{cp}} \frac{2P^2 l^3}{\pi^4 EJ}$, $\beta = \frac{Q}{F_3}$

В последней сумме величина β заменена на единицу, что мало влияет на результат, так как ряд является быстросходящимся. Анализ формулы (5) показывает, что при $\beta \rightarrow 1$ должен с неизбежностью наблюдаться рост гистерезисных потерь, что и имеет место в эксперименте.

3. Варианты объяснения эффекта в рамках динамики

МОДЕЛЬ “ВЯЗКОГО” ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ

Рассмотрим динамический вариант решения задачи, например, в рамках модели вязкого трения [3,4]. При гармоническом нагружении силой F , сжатой осевыми силами P , балки эта модель приводит к следующему результату для площади петли Гистерезиса:

$$S = \pi \beta_o \omega A_o^2 \quad (6)$$

$$\beta_o = (rJ / 2\rho S)(\pi / l)^4, \omega_o^2 = (EJ / \rho S)(\pi / l)^4$$

Здесь

$$A_o = (2\pi / m) \sin(\pi d / l) P_o / \sqrt{(\omega^2(1 - \alpha^2) - \omega_o^2)^2 + 4(\beta_o \omega)^2}$$

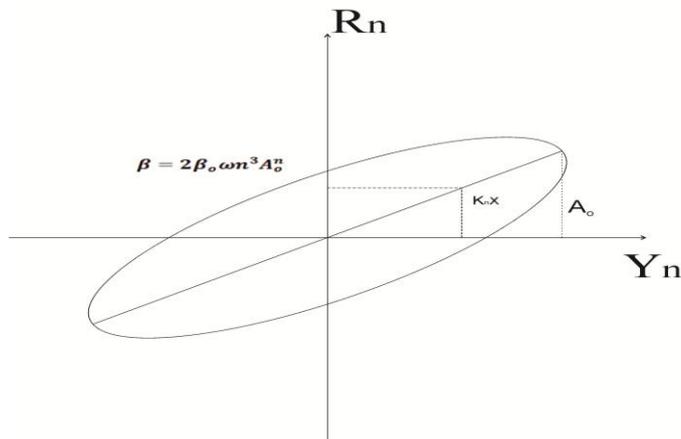


Рис. 2. петля Гистерезиса

Анализ формул (5) указывает на наличие роста площади петли гистерезиса, что подтверждает эффект роста диссипативных потерь.

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО МОДУЛЯ ЮНГА

Рассмотрим самый общий вариант решения задачи в динамике. Как известно [2], введение комплексного модуля упругости автоматически закладывает наличие гистерезисных потерь любой физической природы. Рассмотрим эту модель.

Пусть $E = E + i\varepsilon$, ε/E - мало. В этом случае уравнение поперечных колебаний стержня примет вид:

$$E^* J \frac{\partial^4 y^*}{\partial x^4} + P \frac{\partial^2 y^*}{\partial x^2} + \rho S \frac{\partial^2 y^*}{\partial t^2} = l^{-1} F^*(t) \delta(x-d) \quad (7)$$

Здесь $y^* = \sum_{m=1}^{\infty} y_m^*(t) \sin(m\pi d/l) = y + iq$; $y_m^* + \Omega_m^2 y_m^* = m(2\pi F^*(t) / \rho S l) \sin(m\pi d/l)$

$$\begin{aligned} \Omega_m^2 &= (\pi/l)^4 (\rho S)^{-1} [EJ - P(m\pi/l)^2 + i\varepsilon J] = \\ &= m^4 \omega_0^2 \sqrt{(1 - \alpha/m^2)^2 + (\varepsilon/E)^2} \exp(i \arctg(\varepsilon / (E(1 - \alpha/m^2))) \end{aligned}$$

Где $\omega_m = \text{Re } \Omega_m$, $\beta_m = \text{Im } \Omega_m$

При гармоническом возбуждении балки её добротность для каждой моды колебаний принимает вид:

$$Q_m = 0.5 \text{ctg}(0.5 \arctg(\varepsilon / (E(1 - \alpha/m^2)))) \quad (8)$$

Анализ приведенных формул показывает, что, как и в случае с вязким трением, через небольшой промежуток времени колебание балки будет протекать на своей первой форме. В этом случае ее добротность будет определяться выражением:

$$Q \approx Q_1 = 0.5 \text{ctg}(0.5 \arctg(\varepsilon / (E(1 - \alpha/m^2)))) \quad (9)$$

Анализ формулы (8) однозначно показывает, что при $\alpha \rightarrow 1$ добротность балки будет падать. Это указывает на рост гистерезисных потерь при стремлении сжимающей силы к критическому значению.

Таким образом, наличие эффекта роста диссипативных потерь и резкого уменьшения основной собственной частоты колебания системы при стремлении значения сжимающих сил к критическому Эйлерову значению считаем доказанным.

4.0 зависимости энергии упругой деформацией от числа «полувольт» в задаче Эйлера.

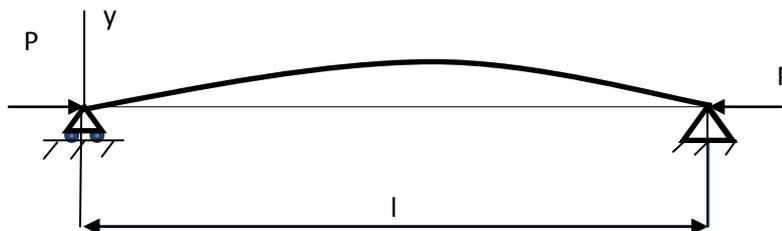


Рис.3. Расчетная схема

Известно, что:

1. $EJy'' = -Py = M(x)$ - уравнение упругой линии (10)

2. При этом упругая энергия равна

$$U = \frac{EJ}{2} \int_0^l (y'')^2 dx \quad (11)$$

Представим решение уравнения (10) в виде:

$$y = A \sin\left(\frac{\pi}{l} nx\right) \quad (12)$$

Тогда
$$U = \frac{EJ}{2} A^2 \int_0^l \frac{\pi^4}{l^4} n^4 \sin^2\left(\frac{\pi}{l} x\right) dx = \frac{EJ \pi^4}{4l^3} A^2 n^4 = K(A; l; J; E) n^4 \quad (13)$$

Внутри «одного» числа n энергия изменяется $\sim A^2$. При этом, для того, чтобы стержень сохранил криволинейную форму сила P должна быть равной

$$P = P_{кр} n^2 = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 EJ n^2 \quad (14)$$

Таким образом, в упругосжимаемом стержне, как и любой финитной классической системе, энергия будет квантоваться, то есть изменяться скачком при изменении числа n .

Библиографический список:

1. Родионов А.И. Об аномальном росте гистерезисных потерь в продольно-сжатых элементах стержневых виброизоляторов при стремлении сжимающих к критическому значению. / А.И.Родионов, Г.С.Юрьев // Вопросы динамики механических систем: сб.науч. тр. / Новосиб. эл.-тех. ин-т; отв.ред. Г.С. Мигиренко.– Новосибирск: Изд-во НЭТИ, 1989. – С.107-112.

2. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1978. – Т.1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. – 1978. – 352 с.

3. Шпигельбурд И.Я. Некоторые вопросы учета внутреннего трения в материале при колебаниях элементов конструкций: учеб. пособие / И.Я. Шпигельбурд; Новосиб. электро-техн. ин-т. - Новосибирск: Изд-во НЭТИ, 1970. - 39 с.

4. Тимошенко С.П. Статические и динамические проблемы теории упругости: монография / С.П.Тимошенко – Киев: Наукова думка, 1975. – 564 с.

5. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. - М. Металлургия, 1974. – 352с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛЬЦЕВЫХ ПРИСТЕННЫХ ПЛЕНОК ЖИДКОСТИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ СПУТНЫМ ПОТОКОМ ГАЗА

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

Вотинов П.Р.¹, Ярыгин И.В.²

dgin_93@mail.ru

Введение. Течение жидкости в виде тонких пленок (толщиной менее 1 мм) широко используется в различных теплообменных аппаратах и устройствах (конденсация неподвижного и движущегося пара, абсорбция или десорбция газа, сушка, дистилляция, фракционирование, химико-технологические процессы и др.).

Другое важное приложение пленочных течений – защита стенок от воздействия высокотемпературного газового потока (например, использование пристенной топливной пленки в жидкостных ракетных двигателях малой тяги для защиты камеры сгорания и сверхзвукового сопла, инжекция жидкого охладителя в лобовую точку для сохранения спускаемых аппаратов в условиях аэродинамического нагрева и др.).

Взаимодействие пристенной плёнки со спутным газовым потоком существенным образом определяется параметрами этого потока, такими как скорость, плотность, статическое давление. Опубликованные до настоящего времени работы посвящены либо гравитационным плёнкам, либо стрессовым, но при небольших, порядка 10 м/с, скоростях спутного потока. В данной работе исследования взаимодействия спутного газового потока с пристенной плёнкой жидкости выполнены в высоких (от 10 до 300 м/с) скоростях газового потока.

Экспериментальная установка и методы измерений. Экспериментальные исследования проводились на вакуумной газодинамической установке ВИКИНГ Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН [1]. В настоящее время существует довольно много методов измерения локальных характеристик пристенных пленок, в первую очередь их толщин. В данной работе измерения локальных параметров пристенной плёнки жидкости (толщина плёнки и её скорость) проведены с помощью датчиков емкостного типа [2]. На рис. 1 приведена схема установки датчиков внутри канала (цилиндрической трубки или сверхзвукового сопла). Для измерений толщины пленки использовались 4 датчика, установленные по периметру канала, для измерения скорости пленки – два последовательно расположенных датчика. В качестве рабочей жидкости использовался этанол, в качестве рабочего газа – воздух. Начальные температуры газа и жидкости были комнатными.

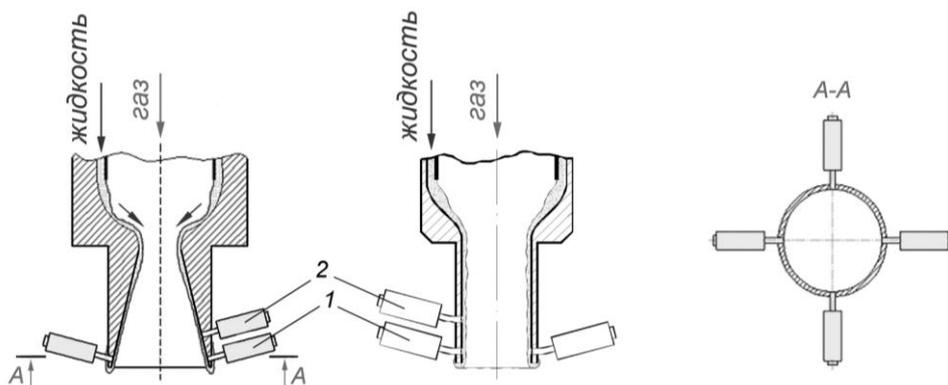


Рис.1. Схема расположения емкостных датчиков

Результаты. Проведенные исследования позволили измерить в широком диапазоне чисел Рейнольдса спутного газового потока локальные параметры пристенной пленки, а именно ее среднюю толщину и скорость. При этом были проведены измерения, как скорости переднего фронта пленки, так и скорости крупных волн на поверхности пленки жидкости.

На рис. 2 в качестве примера приведена зависимость средней толщины пленки от числа Рейнольдса газового потока.

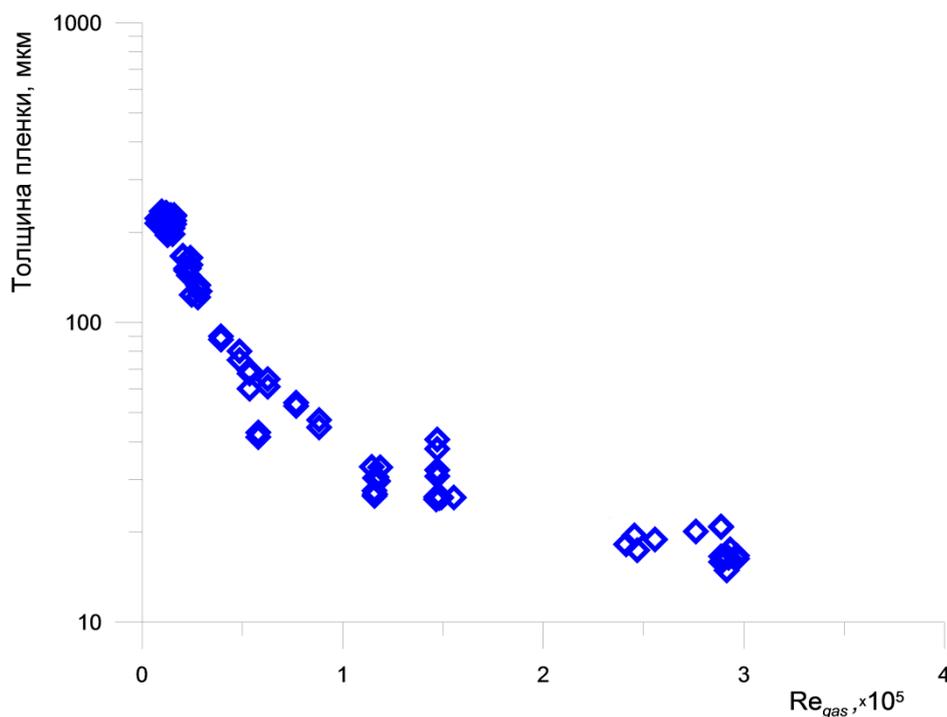


Рис.2. Зависимость толщины пленки от числа Рейнольдса спутного газового потока

Можно видеть, что при увеличении числа Рейнольдса спутного газового потока от 10^3 до $3 \cdot 10^5$ толщина пленки жидкости уменьшается от 250 до 15 мкм.

Также было установлено, что начиная с некоторых чисел Рейнольдса спутного потока газа наблюдается срыв и унос капель с поверхности пленки.

Было показано, что количество уносимой жидкости обобщается по числу Вебера.

Выводы. Выполнен цикл экспериментальных исследований по взаимодействию спутного газового потока с пристенной пленкой жидкости при высоких скоростях газового потока. С помощью зондов емкостного типа измерены локальные параметры пристенной пленки. Показано, что спутный газовый поток оказывает сильное воздействие на пристенную пленку, приводя к интенсивному волнообразованию, срыву капель с поверхности пленки и их уносу газовым потоком.

Библиографический список:

1. Приходько В.Г., Храмов Г.А., Ярыгин В.Н. Крупномасштабная криогенно-вакуумная установка для исследования газодинамических процессов // ПТЭ. 1996. №2. – С. 162-164.
2. Yarygin IV, Levchenko VF. Measurement and calculation of thickness and velocity of a near-wall liquid film at motion with a co-current gas flow in a supersonic nozzle. In: Proc. XII Int. Conf. methods aerophysical Research ICMAR'2004, Part 4. p. 310e314.

УДК 628.316

КОНЦЕПЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Гаврилова Т.Г., Цицилина Д.М., Бабиченко А.В., Ларичкин В.В.
barsolino92@mail.ru

7 декабря 2011 г. Президентом Российской Федерации был подписан Федеральный закон № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении». Данный нормативно-правовой акт предъявляет серьезные требования к предприятиям, осуществляющим сброс в канализацию сточных вод. Одним из таких требований согласно ч. 6 ст. 27 этого закона является обязательное наличие локальных очистных сооружений у абонентов, которым установлены нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 18.03.2013 № 230 «О категориях абонентов, для объектов которых устанавливаются нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов» **к абонентам, для объектов которых устанавливаются нормативы допустимых сбросов**, относятся юридические лица, которые заключили или обязаны заключить договор водоотведения, единый договор холодного водоснабжения и водоотведения, осуществляют деятельность, связанную с производством, переработкой продукции, и которым принадлежат на праве собственности или на ином законном основании

канализационные выпуски в центральную систему водоотведения (ЦСВ). При этом среднесуточный объем отводимых (принимаемых) сточных вод с указанных объектов составляет **более 200 м³/сут.** суммарно по всем выпускам в одну ЦСВ.

На основании ч. 8 ст. 42 Федерального закона № 416-ФЗ **нормативы допустимых сбросов** указанных абонентов и лимиты на сбросы для объектов таких абонентов должны быть установлены до 1 января 2015 г. и до этого дня данные абоненты должны также **обеспечить ввод в эксплуатацию локальных очистных сооружений и (или) разработать планы снижения сбросов** в соответствии с Положением о плане снижения сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 10.04.2013 № 317 и утвердить такие планы (ч. 9 ст. 42 Федерального закона № 416-ФЗ) [1].

В настоящее время на основании данных правовых актов для предприятий со среднесуточным объемом отводимых (принимаемых) сточных вод **более 200 м³/сут** возникает потребность в разработке локальных очистных сооружений.

В данной работе рассматриваются различные системы очистки сточных вод до концентрации загрязняющих веществ допустимого сброса в городскую канализацию для предприятий общественного питания.

Пищевая промышленность, как и многие другие отрасли народного хозяйства, является источником негативного воздействия на окружающую среду. Образующиеся сточные воды содержат растворимые и нерастворимые органические и неорганические вещества, включая токсичные. Усредненный состав сточных вод состоит из следующих показателей: взвешенные вещества, жиры, БПК_{полн}, рН, хлориды, сульфаты, пестициды, нитраты, ХПК.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. Предприятия пищевой промышленности ежегодно используют около 55 млн. м³ воды. Доля загрязненных вод к общему объему сбрасываемых сточных вод составляет примерно 77 %. Расчет количества воды, потребляемой предприятием питания за расчетный час максимального водопотребления, за средний час и за год, производится на основании норм водопотребления [2].

Методы очистки стоков подбираются в зависимости от типа производства и состава сточных вод. В настоящее время можно выделить следующие наиболее распространенные методы.

Механический метод очистки сточных вод применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Как правило, он является методом предварительной очистки и предназначен для подготовки сточных вод к химическим, физико-химическим или биологическим методам очистки. В состав сооружений механической очистки входят решетки, различного вида уловители, отстойники, фильтры, песколовки, усреднители, первичные отстойники, жируловители. Степень очистки может достигать 60-70 % [3].

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25% [4].

Физико-химический метод обработки сточных вод позволяет удалить тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушить органические и плохо окисляемые вещества. Из физико-химических методов чаще всего применяются коагуляция, сорбция, флотация, а также электролиз. Сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионно-обменных смол и высокого давления. В зависимости от выбранного метода степень очистки может достигать 80 - 99 % [5].

Биологический метод основан на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности. Биологическое окисление стоков предприятий общественного питания осуществляется различными видами термофильных микроорганизмов, способных разрушать жиры. Степень очистки может достигать 80 - 99 % [5].

Сточные воды заведений общественного питания характеризуются большим количеством растительных масел и неэмульгированных жиров. В канализационную сеть такую воду без очистки спускать нельзя, так как жир в больших количествах может загрязнять канализационные трубы и создавать в них заторы. Во избежание подобных ситуаций на предприятиях устанавливаются системы для сепарации жира (жируловители), которые, с учетом правильного подбора и монтажа, очищают сточные воды с эффективностью до 70%. Жируловители основаны на гравитационном принципе работы. Для повышения эффективности очистки, утилизации и обезвреживания удаляемой в отходы жировой массы совместно с жируловителями следует применять биологическую очистку.

Эффективность очистки при совместном использовании данных методов очистки может достигать 99 %.

Система очистки сточных вод для предприятий общественного питания должна быть компактной и объединять несколько этапов очистки в одном блоке, а также возможность реализации оборотной системы водоснабжения для предприятия.

Альтернативой рассмотренным методам очистки сточных вод могут служить следующие перспективные разработки.

В настоящее время одним из перспективных направлений в области очистки сточных вод являются безреагентные методы, реализуемые в специальных установках и основанные на организации закрученного потока и диссоциации веществ, находящихся в сточных водах или кавитации воды. К разработкам данного типа следует отнести следующие патенты:

RU 2453506 - устройство включает подачу очищаемой воды в цилиндрическую камеру смешивания, где с помощью специальных деталей осуществляется закручивание потока воды для создания разрежения вдоль центральной оси камеры смешивания, всасывание атмосферного воздуха и образование двух встречных водных потоков в нижней и верхней камерах массообмена, взаимодействующих между собой с образованием стоячей волны и одновременным насыщением водного потока кислородом. Скорость закрученного потока для очистки водных сред с разным содержанием примесей является переменной величиной. Преимуществом данного устройства является отсутствие при проведении очистки фильтрующего элемента, который необходимо регенерировать. В предлагаемом устройстве кристаллогидраты выводятся вместе с поглощенными нерастворимыми образовавшимися веществами.

RU 2125970 - Флотатор для очистки сточных вод "циклон-1", в который вмонтированы тангенциально две трубы для подвода неочищенных стоков; вводы этих труб установлены противоположно-радиально с двух сторон корпуса флотатора. Данная установка позволяет обеспечить высокое качество очистки сточных вод, повысить производительность процесса очистки, снизить энергетические затраты, уменьшить занимаемую производственную площадь. Экспериментальный образец предлагаемого флотатора для очистки сточных вод недавно был изготовлен и опробован на одном из предприятий г. Омска [7].

В настоящее время очень остро стоит вопрос утилизации техногенных отходов. В связи с этим возникают исследования, целью которых является моделирование процесса очистки сточных вод с помощью сорбентов, изготовленных из отходов различных областей промышленности. Материалами для таких сорбентов могут служить: лигнин; зола-уноса, зола гидроудаления, шлаки с ТЭЦ; зола, полученная при сжигании шлам-лигнина. Сорбенты целесообразно применять на стадии доочистки сточных вод.

Таким образом, технологическая схема очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности может выглядеть следующим образом:

1. Механическая очистка
2. Очистка воды от примесей и обеззараживание: установка в соответствии с патентами RU 2453506 или RU 2125970.
3. Доочистка сточной воды с помощью сорбентов, изготовленных на основе промышленных отходов.
4. Возврат очищенной воды в производство в качестве технической или ее слив в канализацию.
5. Утилизация осадков: вывоз на полигоны, брикетирование осадков и использование их в качестве топлива, возможность использования в качестве

кормовых добавок.

Таким образом, предложенная схема очистки сточных вод позволяет уменьшить материальные затраты предприятия и обеспечить решение экологических проблем загрязнений естественных водоёмов сточными водами предприятий пищевой промышленности.

Библиографический список:

1. Лаврухина, О.Н. Требования к созданию локальных очистных сооружений/ О.Н. Лаврухина // Справочник эколога. – 2014. – № 11. – С. 10-12.
2. Очистка сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vevivi.ru>.
3. Денисова, В.В. Экология / В.В. Денисова. – Ростов: МарТ, 2002. – 640 с.
4. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 690 с.
5. Гавриленков, А.Ч. Экологическая безопасность пищевых производств / А.Ч. Гавриленков. – СПб.: Гиорд, 2006. – 250 с.
6. Фильтрация сточных вод на предприятиях общественного питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hlebnikov.lit-info.ru>.
7. Патенты РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru>.

УДК 662.215.11

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ПРИ НАХОЖДЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ БВВ

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Гидаснов А.А., Юртаев Е.В., Аганов Н.В.
xtoca@samgtu.ru

В России одной из принятых характеристик чувствительности инициирующих (ИВВ) и бризантных (БВВ) взрывчатых веществ к тепловому воздействию от закрытого источника тепла является температура вспышки при 5-секундной задержке – $T_{всп}(5с)$ [1-4], которая определяется на приборе, аналогичном тому, что приведен на рис. 1а. Зависимость времени задержки от температуры [1-4], которая строится по экспериментальным точкам (не менее 5 точек), описывается уравнением:

$$\tau = B e^{\frac{E}{RT}} \quad \text{или} \quad \ln \tau = \ln B + \frac{E}{RT} \quad (1)$$

где τ – время задержки вспышки (период индукции) (с), B – предэкспонен-

циальный множитель (c), E – энергия активации брутто-процесса разложения БВВ (Дж/моль), R – универсальная газовая постоянная ($\text{Дж/(моль}\cdot\text{K)}$), T – температура (K).

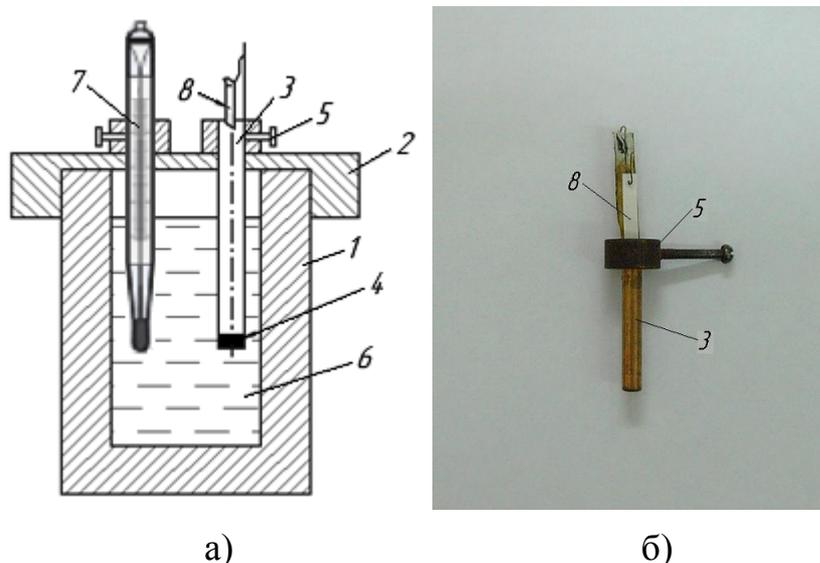


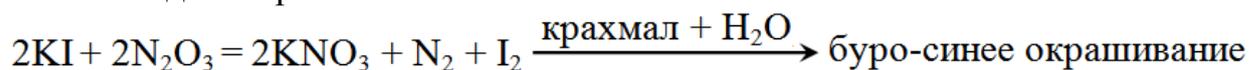
Рис. 1 – а) усовершенствованная схема прибора ГОСТ 22.2.07-94 для определения температуры вспышки БВВ с применением индикаторной йодкрахмальной бумаги;
б) йодкрахмальный узел.

- 1 - стальная баня с электрообогревом; 2 - стальная крышка бани;
3 – гильза КД №8;
4 - навеска БВВ; 5 – муфта с креплением; 6 - сплав Вуда, 7 – термометр;
8 – полоска йодкрахмальной бумаги.

Методика определения $T_{\text{всп}}(5c)$ для ИВВ стандартизована и описана в [5]. Особенность поведения ИВВ при определении $T_{\text{всп}}(5c)$ заключается в том, что время задержки вспышки четко фиксируется по звуковому эффекту или пламени. Для БВВ звуковой эффект и пламя наблюдаются лишь при сравнительно высоких температурах (в диапазоне времен задержки – примерно от 2 до 20 секунд), в связи с чем не удастся построить графическую зависимость. При более низких температурах содержащие нитрогруппу БВВ термически разлагаются с выделением оксидов азота, которые в принятом методе фиксируются визуально, что понижает точность определения времени задержки.

С целью более точного фиксирования времени задержки и расширения диапазона исследуемых времен при определении $T_{\text{всп}}(5c)$ БВВ нами предложено использовать индикатор – смоченную водой йодкрахмальную бумагу. Входящий в состав йодкрахмальной бумаги йодистый калий KI окисляется оксидами азота

N_2O_3 до йода I_2 , который окрашивает крахмал, также присутствующий в составе индикатора:



На рис. 1 представлены схема прибора (рис. 1а) по ГОСТ 22.2.07-94 для определения температуры вспышки БВВ с применением индикаторной йодкрахмальной бумаги и йодкрахмальный узел (рис. 1б).

По предложенной методике было проведено определение $T_{всп}(5с)$ для 8 БВВ (масса навески 50 мг) разных классов: ТНТ – 2,4,6-тринитротолуол, ТАТБ – 1,3,5-триамино-2,4,6-тринитробензол, ГНС – гексанитростильбен, тетрил – 2,4,6-тринитрофенил-N-метилнитрамин, RDX – 1,3,5-тринитро-1,3,5-триазадиазоциклогексан, НМХ – 1,3,5,7-тетранитро-1,3,5,7-тетраазадиазоциклооктан, ТЭН – пентаэритрита тетранитрат, НГц – тринитроглицерин.

Результаты экспериментов приведены в табл. 1, где R – коэффициент корреляции.

Таблица 1 – Экспериментальные данные по определению температуры вспышки $T_{всп}(5с)$ БВВ и параметров B и E уравнения (1)

БВВ	диапазон времен задержки, с	$T_{всп}(5с), °C$	$B, с$	$E, Дж/моль$	R^2
ТНТ	3–161	351	$3,8217 \cdot 10^{-14}$	168554	0,996
ТАТБ	6–36	416	$6,1007 \cdot 10^{-7}$	91248	0,998
ГНС	4–30	383	$2,5725 \cdot 10^{-7}$	91510	0,998
Тетрил	4–105	249	$5,4097 \cdot 10^{-6}$	59661	0,997
RDX	4–50	262	$1,0613 \cdot 10^{-7}$	78576	0,999
НМХ	4–36	308	$5,7020 \cdot 10^{-8}$	88285	0,993
ТЭН	3–62	225	$7,6653 \cdot 10^{-5}$	45886	0,992
НГц	5–78	209	$4,1306 \cdot 10^{-7}$	65422	0,998

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что все экспериментальные зависимости, получаемые с применением индикатора, также описываются уравнением (1). За счет расширения исследуемого диапазона времен задержки предложенный метод позволяет увеличивать число экспериментальных точек и получать аналитические зависимости с высоким коэффициентом корреляции для нахождения значений B , E и $T_{всп}(5с)$ БВВ. В целом предложенный метод определения времени задержки с применением йодкрахмальной бумаги является простым в исполнении и более точным по сравнению с визуальным фиксированием оксидов азота, которые выделяются при термическом разложении БВВ, содержащих нитрогруппу.

Библиографический список

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
2. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. – Изд. 2-е, перераб. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
3. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, перераб. – в 2 т. Т. 1. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 832 с.
4. Рекшинский В.А., Пыжов А.М., Гидаспов А.А. Чувствительность энергетических материалов к тепловым и механическим воздействиям: учебное пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 101 с.
5. ГОСТ Р 22.2.07-94. Вещества взрывчатые инициирующие. Метод определения температуры вспышки.

УДК 623.55; 621.39

**О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА
СГЛАЖИВАНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ УВЕЛИЧЕНИИ
ИЗОБРАЖЕНИЯ В СОСТАВЕ ЦИФРОВЫХ И ТЕПЛОВИЗИОННЫХ
ПРИЦЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники
(Филиал ИФП СО РАН), г. Новосибирск

Голицын А.А., Цивинский М.Ю.

Одной из задач модернизации электронных средств прицеливания, к которым относятся тепловизионные прицелы [1] и цифровые прицелы видимого диапазона [2], является увеличение комфортности наблюдения при использовании этих средств.

Для удобства наблюдения и прицеливания в условиях, когда в большом поле зрения необходимость отсутствует, в цельном комплексе может быть реализована возможность электронного масштабирования изображения. Традиционно электронное увеличение в приборах применяется для того чтобы «растянуть» получаемое с фотоприемной матрицы изображение или его фрагмент на микромонитор, обладающий большим, по сравнению с матрицей разрешением. Однако даже если фотоприемник имеет избыточное по сравнению с дисплеем разрешение, в электронном масштабировании может возникнуть необходимость для увеличения точности прицеливания по малоразмерным объектам.

С целью экономии вычислительных ресурсов прибора в качестве электронного увеличения может быть использовано простое дублирование пикселей изображения. Однако при таком подходе возникает дискомфорт при прицеливании по малоразмерным объектам, изображение которых занимает не более 6–8 пикселей в ширину или высоту, связанный с

мерцанием контуров, приводящем к изменению формы и размеров наблюдаемого объекта. Причина мерцания заключается в том, что в момент прицеливания происходит перемещение объекта относительно пикселей изображения (как при наведении прицельного знака на объект, так и в случае его самостоятельного движения), а интенсивность яркости каждого пикселя, попавшего на границу малоразмерного объекта и фона, зависит от соотношения их площадей на данном пикселе (рис. № 1).



Рис.1. Изменение формы малоразмерного объекта в зависимости от расположения его изображения на матрице фотоприемника

Применение алгоритмов сглаживания увеличенного изображения при его выводе на дисплей прибора позволяет избежать ряби и изменения контуров наблюдаемых объектов, что приводит к увеличению точности позиционирования прицельного знака и уменьшению времени прицеливания. Сглаживание позволяет минимизировать появление ступенчатых или зубчатых диагональных границ наблюдаемых объектов на увеличенном изображении, что также повышает комфортность наблюдения.

Пример электронного увеличения изображения приведен на рис. № 2.



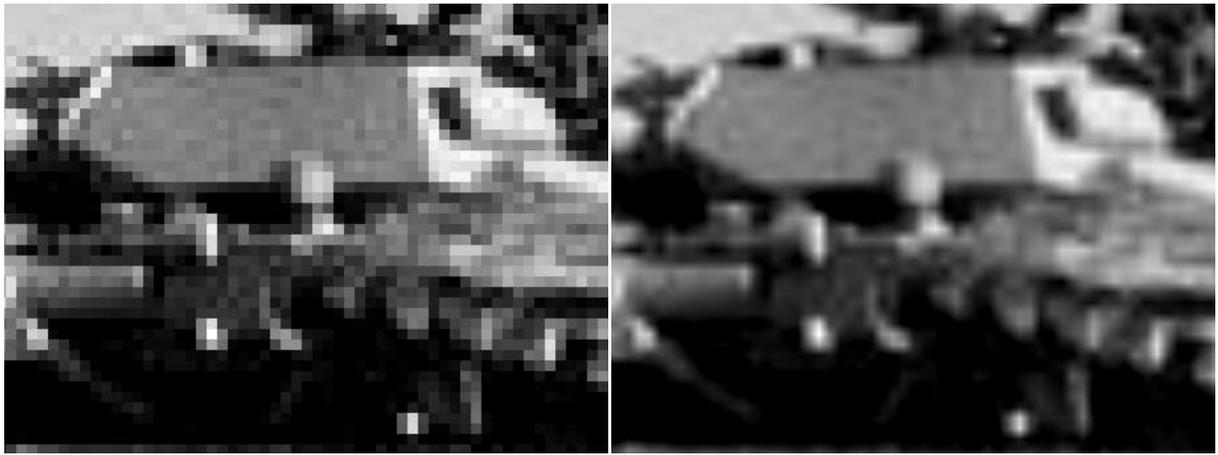
а



б



в



Г

Д

Рис.2. Электронное увеличение изображения. а) исходное изображение; б) результат увеличения в три раза путем дублирования элементов; в) результат увеличения в три раза с применением билинейной интерполяции; г, д) результаты увеличения в семь раз

Для реализации сглаживания в составе модулей обработки изображения предложено реализовать алгоритм билинейной интерполяции, являющийся расширением линейной интерполяции для функции двух переменных. Интерполяция – это получение промежуточных значений функции по имеющемуся конечному набору известных значений [3]. В случае с изображением – это пространственный прогноз значений неизвестных значений яркости пикселей между истинными значениями известных пикселей. Основные методы интерполяции приведены в [3, 4].

Повышение эффективности использования прицельного комплекса с использованием электронного увеличения со сглаживанием заключается в относительном увеличении скорости и точности прицеливания по малоразмерным целям по сравнению со стрельбой без использования электронного увеличения.

За счет отсутствия мерцания и произвольного изменения контуров объектов в момент наведения на них прицельного знака при использовании сглаживания, а также за счет того, что сглаженное изображение объектов делает их более узнаваемыми по сравнению с «пикселизованным» изображением, процесс прицеливания становится более комфортным.

Алгоритм билинейной интерполяции наблюдаемого изображения успешно реализован в составе тепловизионного прицела [5]. Удобство использования алгоритма и его преимущества подтверждены полигонными испытаниями прибора.

Библиографический список:

2. Бутримов И.С., Голицын А.А. Тепловизионные прицелы для стрелкового оружия: итоги выставки «Комплексная безопасность 2014» // Спецтехника и связь – 2014 – №5 – С. 12–16
3. Голицын А.А. Цифровые прицелы для стрелкового оружия: их преимущества и недостатки // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму – 2013 – Вып. 7-8 – С. 121–123
4. Федоренко Р.П. Интерполяция функции // Введение в вычислительную физику: Учеб. пособие: для вузов – М.: Изд-во Моск. Физ.-техн. ин-та – 1994 – С. 28–48
5. Интерполяция и численное дифференцирование // Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. – М.: Мир – 1987 – С. 35–85
6. Бутримов И.С., Ширяев А.Н., Голицын А.В., Голицын А.А. Неохлаждаемый тепловизионный прицел и результаты его полигонных испытаний // Вестник МВД – 2013 – №4 – С. 40–48

УДК 621.9.047

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА КНТ16 В РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ

«Новосибирский государственный технический университет»,
г. Новосибирск
Головко Н. В.
nikolaigolovko@gmail.com

Опыт промышленного использования электрофизикохимических технологий указал на эффективность их использования для изготовления изделий из труднообрабатываемых материалов [1, 2, 3].

Особое место среди данного класса технологий занимает электрохимическая обработка как металлических материалов [4, 5, 6, 7, 8], так и различных сплавов [6, 9, 10, 11, 12].

В последние годы проявляется особый интерес как к конструкционному материалу к безвольфрамовым твердым сплавам.

Безвольфрамовые твердые сплавы характеризуются высокой окалинотойкостью, термостойкостью, пониженным коэффициентом трения по стали (Табл. 1). Коэффициент трения КНТ (TiC-(Ni,Mo)) в 8-10 раз меньше, чем у сплавов WC-Co, что позволяет использовать их в узлах трения. Оптимальным по свойствам из исследованных сплавов КНТ оказался сплав КНТ16 [13, 14].

Табл.1 Механические свойства безвольфрамового твердого сплава

Марка сплава	Твердость HRA	Предел прочности при изгибе R_{bm} , МПа	Модуль упругости E , ГПа	Долговечность при циклическом ударном нагружении $N \cdot 10^5$, цикл
КНТ16	88...91	980...1910	421...431	0,20...1,50

Из таблицы 1 следует, что сплав КНТ16 возможно использовать для опор, подшипников скольжения, подпятников [15]. Но обработка с высокой точностью глухих отверстий малого диаметра из этого сплава затруднительна в связи с большой трудоемкостью (Рис. 1).

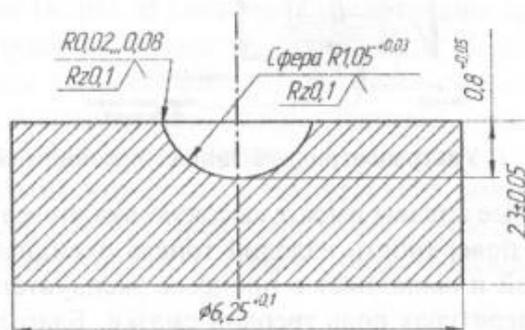


Рис.1. Подпятник

Целью данной работы является изучение анодного поведения сплава КНТ16 в нейтральных и щелочных растворах.

Определение условий электрохимического растворения КНТ16 осуществляется на основе установления зависимости плотности тока от потенциала анода.

Исследования проводились в неподвижном электролите потенциодинамическим методом при помощи потенциостата П-5827М, вольтамперметра М2007 и трехэлектродной электрохимической ячейки с платиновым электродом сравнения. Потенциал анода изменялся от 0 до 8 В. Электролиты для электрохимической обработки должны отличать: высокая электропроводность, низкая кинематическая вязкость и относительно низкая стоимость. Такие электролиты не должны оказывать вредного воздействия на рабочий персонал и технологическое оборудование. С учетом вышеперечисленных требований в качестве электролитов для экспериментальных исследований особенностей анодного поведения твердого сплава КНТ16 были выбраны 5% и 10%-ные водные растворы NaNO_3 , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 и NaOH .

Предварительно зачищенный на наждачной бумаге Р200 образец устанавливался в электрохимическую ячейку с выдерживанием зазора 0,1мм [16], между рабочим электродом и электродом сравнения. Скорость напряжения развертки $\varphi=40$ мВ/с. Площадь образца составляла $S=0,064\text{см}^2$.

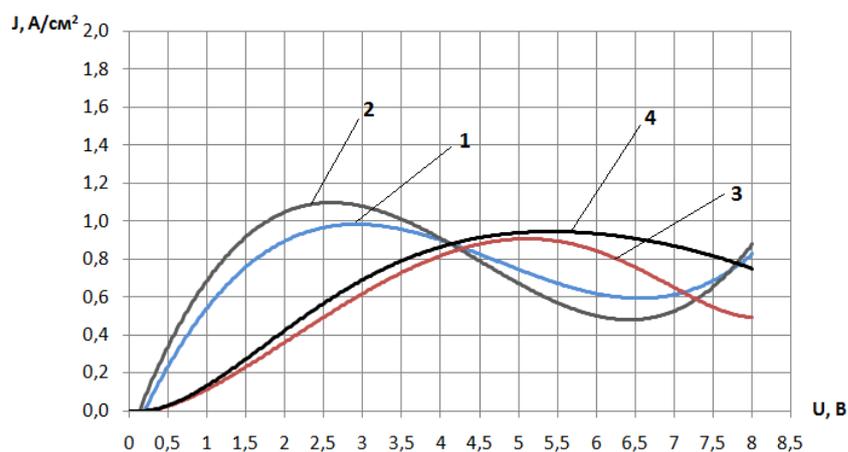


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые безвольфрамового твердого сплава КНТ16 водных растворах электролитов: 1 - 5% Na_2SO_4 , 2 - 10% Na_2SO_4 , 3 - 5% Na_2CO_3 , 4 - 10% Na_2CO_3

В 5% и 10% водном растворе сульфата натрия в области потенциалов от 0 до 2,5В (Рис. 2, кривая 1, 2) происходит резкое возрастание плотности тока, а в области потенциалов от 2,5 до 8В торможение активного растворения поверхности материала.

В 5% и 10% водном растворе карбоната натрия (Рис. 2, кривая 3,4) происходит активное растворение материала в диапазоне потенциалов 0 до 5,5В.

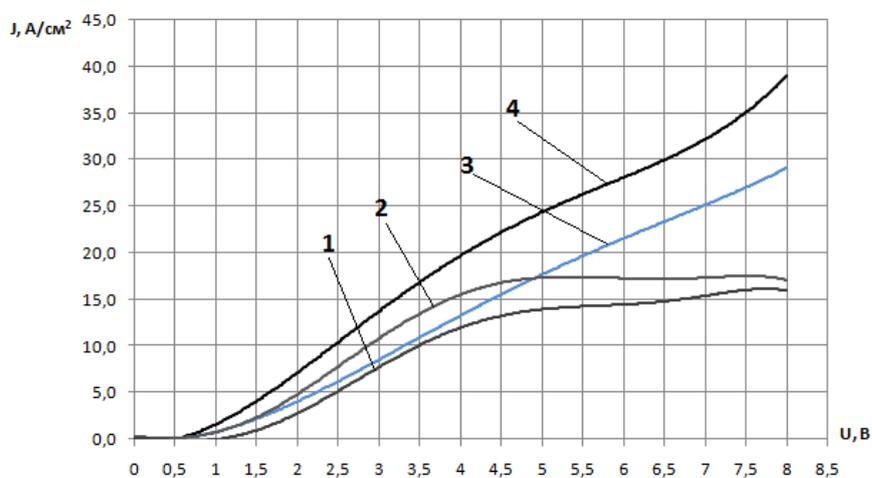


Рис. 3. Поляризационные кривые безвольфрамового твердого сплава КНТ16 водных растворах электролитов: 1 - 5% $NaNO_3$, 2 - 10% $NaNO_3$, 3 - 5% $NaOH$, 4 - 10% $NaOH$

В 5% и 10% водном растворе нитрата натрия в области потенциалов от 0 до 4,5В (Рис. 3, кривая 1, 2) происходит активное растворение материала с явным торможением в области потенциалов от 4 до 8В.

В 5% и 10% водном растворе гидроксида натрия (Рис. 3, кривая 3,4) плотность тока с увеличением потенциала возрастает, что свидетельствует об активном растворении сплава в этом электролите.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о влиянии анионного состава исследованных электролитов на твердый сплав КНТ16. Анионы NO_3^- , SO_4^- , CO_3^- являются пассивирующими, а анион OH^- – активирующим.

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимьянов К.Х. Точность формообразования при электроалмазной прорезке пазов в аморфных и нанокристаллических сплавах. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). –2006.–№2. – С.32-33.
2. Рахимьянов Х.М., Рахимьянов К.Х. Влияние режимов обработки на производительность электроалмазного шлифования нанокристаллических и аморфных сплавов. // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. –2010.–№1. – С.99-110.
3. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимьянов К.Х., Еремина А.С. Модернизация оборудования для электроалмазного шлифования изделий из аморфных и нанокристаллических сплавов. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2012.–№3. – С.37-39.
4. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В. Анодное растворение быстрорежущей стали Р6М5 и ее составляющих в водных растворах. // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. –2003. –№4. –С.141-147
5. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В. Повышение производительности процесса электроалмазного шлифования быстрорежущих сталей. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). –2006. –№4. –С.7-8
6. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Никитенко М.И., Богаев А.А. Исследование производительности электроалмазной обработки жаропрочного сплава ЖС6 и твердого сплава ВК8. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). –2007. –№3. –С.8-10.
7. Рахимьянов Х.М., Гаар Н.П. Исследование процесса анодного растворения нержавеющей стали 12Х18Н9Т методом вращающегося дискового электрода. // Инновации в машиностроении - 2010 материалы I Международной научно-практической конференции. Федеральное агентство по образованию, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. –Бийск. –2010. –С.82-84.
8. Рахимьянов Х.М., Рахимьянов К.Х., Рахимьянов А.Х., Шопф С.В., Захаров В.В. Исследование обрабатываемости стали 12Х18Н10Т методом тонкоструйной плазменной резки. // Инновации в машиностроении труды 4-й Международной научно-практической конференции. –2013. –С.38-44.
9. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимьянов К.Х., Никитенко М.И. Электроалмазное шлифование твердого сплава ВК8. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). –2010.–№3. – С.9-13.

10. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Никитенко М.И., Моисеенко А.Н. Особенности анодного растворения износостойкого покрытия на основе порошка ВК25 при электроалмазном шлифовании // Инновации в машиностроении труды 2-й Международной научно-практической конференции. –2011. –С.411-416.
11. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В., Моисеенко А.Н. Электроалмазное шлифование покрытий группы ВК. // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе материалы 9-й Всероссийской научно-практической конференции. – 2011. –С.80-82.
12. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Никитенко М.И., Моисеенко А.Н. Электрохимическое растворение покрытий из порошковых материалов. // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). –2011.–№2. – С.3-5.
13. Кудря Н.А., Залужный А.А. ГОСТ 26530-85 Сплавы твердые спеченные безвольфрамные //М.–Государственный комитет СССР по стандартам. – 1985.– 7 с.
14. Панов В.С., Чувилин А.М. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них: учеб. пособие для вузов // М. –МИСИС, –2001.– 428 с.
15. Ковалев М.А., Сивоконенко И.М., Явленский К.Н. Опоры приборов //М.–Машиностроение, 1967.–С.141-146

УДК536.242

ПРИМЕНЕНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

Горбачев М.В.¹, Кхафаджи Х.К.¹, Терехов В.И.^{1,2}

GorbachevMV@ngs.ru

Проблемам совершенствования систем кондиционирования воздуха посвящено достаточно большое число работ [1–7, 10].

Одним из потенциальных и практически неисчерпаемых источников энергии, который имеется практически в любой точке мира, является энергия влажного атмосферного воздуха [1–7]. Следует отметить тот факт, что в последние годы интерес к испарительным методам охлаждения воздуха и возможностей создания на их основе принципиально новых решений только возрастает.

В данной работе рассмотрены вопросы прямого адиабатического и неадиабатического тепломассопереноса в канале с влажными стенками.

Испарительная ячейка (рис. 1) представляет собой канал, ограниченный двумя пластинами, расстояние между которыми равно d . С наружной стороны пластины теплоизолированы, а изнутри считаются влажными. При этом толщина жидкой пленки на стенках считается бесконечно малой и на гидродинамику потока в канале и термическое сопротивление она влияния не оказывает.

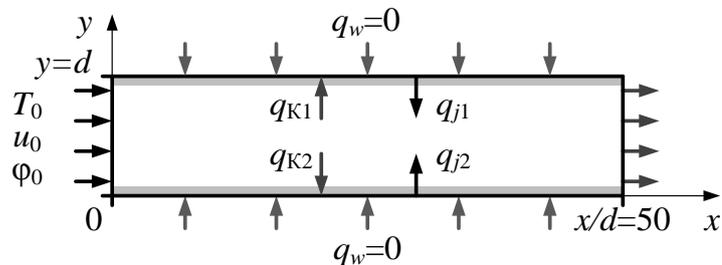


Рис. 1. Расчетная схема испарительной ячейки

Таким образом, внутри канала имел место процесс адиабатического испарения, когда тепловой поток, переносимый конвекцией, полностью расходовался на фазовый переход.

Система дифференциальных уравнений, описывающая процесс испарения пленки воды и течения воздуха в канале включает в себя уравнения:

– неразрывности:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0; \quad (1)$$

– движения:

$$\text{вдоль оси } x: u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

$$\text{вдоль оси } y: u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right); \quad (3)$$

– энергии:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \frac{D}{c_p} (c_{pv} - c_{pa}) \left(\frac{\partial T}{\partial x} \frac{\partial K}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial y} \frac{\partial K}{\partial y} \right); \quad (4)$$

– диффузии:

$$u \frac{\partial K}{\partial x} + v \frac{\partial K}{\partial y} = D \left(\frac{\partial^2 K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 K}{\partial y^2} \right). \quad (5)$$

При этом граничные условия принимались следующими:

– параметры воздуха на входе в испарительную ячейку – постоянны: $T = T_0$, $u = u_0$, $\varphi = \varphi_0$, $v = 0$;

– верхняя и нижняя пластины с внешних сторон теплоизолированы;

- на выходе из испарительной ячейки: $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial K}{\partial x} = 0$;
- концентрация пара на стенке соответствует кривой насыщения;
- поперечная составляющая скорости пара находится из уравнения баланса массы на проницаемой стенке:

$$v = \frac{-D}{1 - K_w} \frac{\partial K}{\partial y} \Big|_{y=0,d};$$

- массовая концентрация пара на стенке (согласно закону Дальтона):

$$K_w = \frac{m_w / m_a}{P / P_H + m_w / m_a - 1}.$$

Указанная система уравнений (1) – (5) совместно с граничными условиями решалась численно с использованием метода конечных объемов [2, 5, 6, 8, 9]. При дискретизации использовались равномерные сетки, оптимальный размер которых составлял 200x70 в продольном и поперечном направлениях, соответственно.

Таким образом, в результате моделирования выходными данными являлись основные параметры потока увлажненного воздуха:

- среднемассовая температура смеси: $T_m = \int_0^d \rho u T dy / \int_0^d \rho u dy$;

- среднемассовая концентрация пара: $K_m = \int_0^d \rho u K dy / \int_0^d \rho u dy$.

Изменение среднемассовых параметров парогазовой смеси по длине канала приведено на рис. 2. Исходя из графических данных, можно определить наибольшую длину канала, на длине которого осуществляется насыщение потока. Так при $Re = 50$ насыщение наступает при $x/d \approx 13$ калибрах, поэтому на оставшейся части канала тепломассообменных процессов не происходит и длина канала может быть сокращена до этого значения. При больших числах Рейнольдса ($Re > 200$) для достижения режима насыщения требуются более протяженные каналы, что в свою очередь вызовет рост гидравлических потерь.

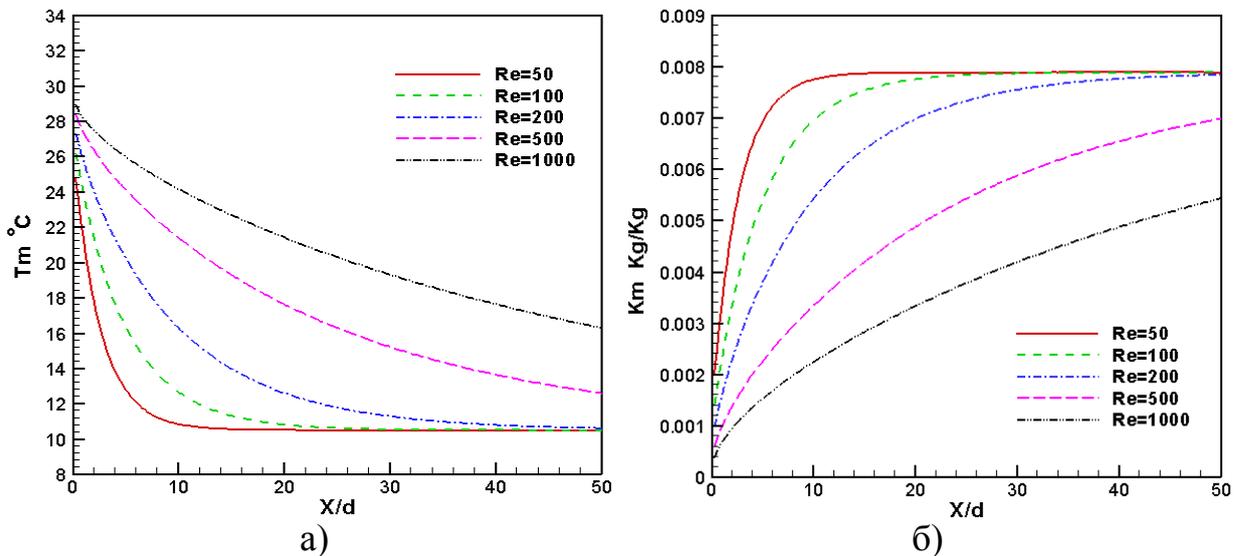


Рис. 2. Изменение параметров паровой смеси по длине канала:
 а) среднемассовой температуры; б) среднемассовой концентрации

В ряде технологических процессов к испарительной ячейке может подводиться (или отводиться) дополнительный тепловой поток ($q_w \neq 0$, см. рис. 1). Как правило, его величина может быть значительной и сопоставимой с теплотой, расходуемой на фазовый переход. На рис. 3 приведены данные по исследованию влияния подводимого и отводимого теплового потока от испарительной ячейки.

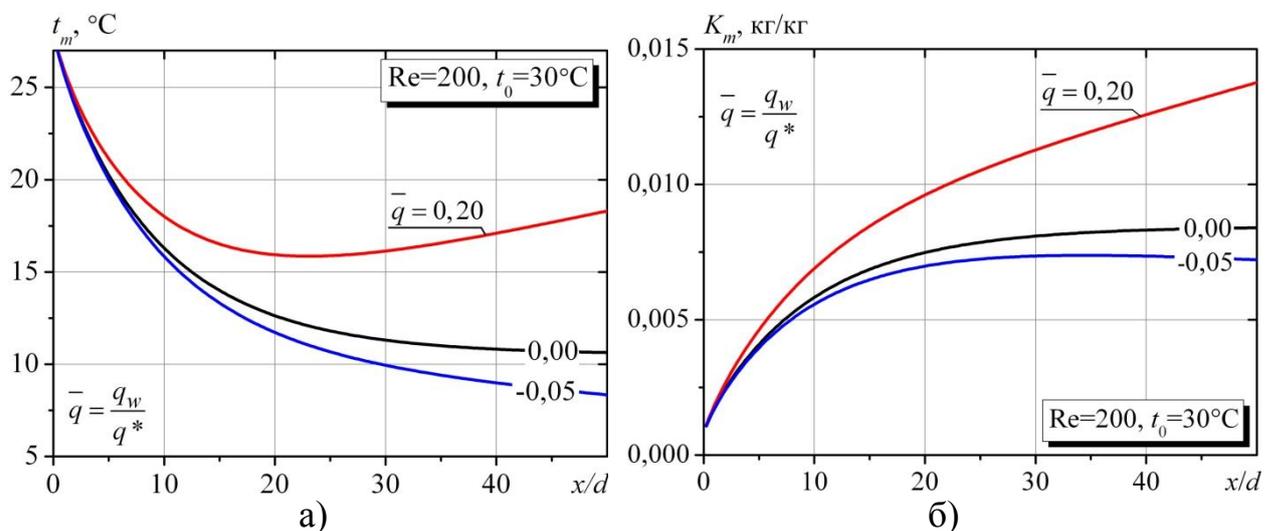


Рис. 3. Тепломассоперенос при подводе и отводе теплового потока

В качестве масштаба в относительном потоке теплоты использовалась величина q^* , равная теплопереносу на стабилизированном участке плоского канала ($Nu = 7,54$) при разности температур на входе для сухого и насыщенного воздуха.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект 14-19-00402).

Библиографический список:

1. Вентиляция и кондиционирование воздуха. В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1992. - 319 с.
2. Терехов В.И. Возможности методов испарительного охлаждения для применения в системах кондиционирования воздуха [Электронный ресурс] / В.И. Терехов, Х.К. Кхафаджи, М.В. Горбачев // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, Новосибирск, 24 – 26 марта 2015 г. – Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН, 2015. – С. 180-189. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). II Всероссийская научная конференция с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий».
3. Терехов В.И., Кхафаджи Х.К. Оптимизация процесса прямого испарительного охлаждения воздуха при ламинарной вынужденной конвекции между параллельными пластинами // Труды Всероссийской конференции «XXXI Сибирский теплофизический семинар». – Новосибирск. - 17-19 ноября. - 2014. – С. 290-295.
4. Халатов А.А., Карп И.Н., Исаков Б.В., Термодинамический цикл Майсоценко и перспективы его применения в Украине//Відновлюв. енерг.2012. № 4, С.13 - 29.
5. Anisimov S., Pandelidis D. Numerical study of the Maisotsenko cycle heat and mass exchanger, Int. J. Heat and Mass Transfer, 2014, Vol. 75, pp. 75–96.
6. Debbissi C., Orfi J., Ben Nassrallah S., Numerical Analysis of the Evaporation of Water by Forced Convection into Humid Air in Partially Wetted Vertical Plates, J. of Eng. and Applied Sciences, 2008, Vol. 3, Is. 11, pp. 811 -821.
7. Hsu S.T., Lavan Z. Optimization of wet-surface heat exchangers, Energy, 1989, Vol. 14, No. 11, pp. 757-770.
8. Patankar S.V. Numerical heat transfer in fluid flow. Hemisphere/McGraw-Hill, New York, USA, 1980.
9. Shah R.K., London A.L. Laminar flow forced convection in ducts. Academic Press, New York, USA, 1978.
10. Volchkov E.P., Terekhov V.V., Terekhov V.I. A numerical study of boundary layer heat and mass transfer in a forced convection of humid air with surface steam condensation. Int. J. Heat and Mass Transfer, 2004, No. 6-7, pp.1473-1481.

УДК 21474

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АГРЕГАТНОЙ СБОРКИ СОВРЕМЕННОМО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО САМОЛЁТА

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Горбунов Е.А., Желудова А.Г., Бобин К.Н.
Egor27444@mail.ru

Основной задачей производства серийных современных многофункциональных самолётов является практическое изготовление их с соблюдением строжайшей технологической дисциплины, т.е. при неукоснительном выполнении всех требований конструкторской, технологической и контрольной документации.

Качество самолёта, как объекта производства, представляет собой комплекс его тактико-технических характеристик и показателей характеризующих надёжность его в эксплуатации. Чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым к самолёту, необходима не только рациональная его конструкция в проекте, но и возможность осуществления этой конструкции в производстве с заданной степенью точности. Например, к поверхностям самолёта, обтекаемым воздушным потоком, предъявляются высокие требования не только чистоты (гладкости), но и точности.

Целью работы является модернизация сборочного приспособления (СП) контейнера тормозного парашюта (КТП).

Предметом исследования является технологический процесс (ТП) сборки КТП современного многофункционального самолёта.

В данной работе рассматривается проблема отклонений параметров вписываемости КТП в теоретические обводы фюзеляжа современного многофункционального самолёта.

При окончательной установке КТП на изделие и его фиксации по узлам навески, выявляются зазоры и ступеньки относительно теоретических обводов фюзеляжа самолёта, что не соответствует требованиям конструкторской документации (КД).

Данная проблема является следствием несколько этапов производственного процесса сборки:

1. Производство деталей и комплектующих изделий.
2. Узловую сборку, которая заключается в сборке отдельных деталей(узлов).
3. Агрегатную сборку, которая включает в себя сборку фюзеляжа, центроплана и т.п., а также частично внутреннего монтажа отдельных агрегатов.
4. Окончательную сборку (стыковку), которая заключается в стыковке и окончательной регулировке отдельных агрегатов всего самолёта.

Наружные контуры агрегатов планера должны соответствовать теоретическим обводам. Размеры и предельные отклонения, определяющие

внешнюю форму изделия в собранном виде и отдельных его агрегатов, должны соответствовать теоретическим чертежам на агрегаты, нивелировочной схеме и действующим техническим требованиям (ТТ).

Наружная и внутренняя (обтекаемые поверхности) каждого агрегата должны быть плавными и гладкими.

Проверка формы каждого агрегата производится по рубильникам стапеля, по эквидистантным шаблонам или другими методами, задаваемыми технологией.

Поперечные обводы агрегатов с прямолинейными образующими контролируются по концевым сечениям. Точность выполнения обводов промежуточных сечений определяется измерением по прямолинейным образующим.

На выступающих частях обшивок и ступенькам по всем частям агрегатов необходимо снимать фаску с последующим восстановлением антикоррозионной защиты лакокрасочным покрытием в соответствии с действующей нормативно - технической документацией (НТД).

В местах стыковки отсеков фюзеляжа по поперечным стыкам допускается зазор между листами обшивки:

- Общий зазор – до 1 мм;
- Местный зазор на длине 200 мм – до 1,5мм (не более 2-х мест по стыку).

Уступы против потока допускаются до 0,3 мм и местные на длине 200 мм до 0,5 мм (не более одного места на стык).

В процессе сборки самолёта происходят отклонения от КД, т.к. сборка современных многофункциональных самолётов – это трудоёмкий и сложный процесс.

Результатом данной работы станет сборочное приспособление, которое обеспечит более точную сборку контейнера тормозного парашюта. Что в свою очередь повлияет на окончательную стыковку данного агрегата с самолётом и позволит обеспечивать ступеньки и зазоры, удовлетворяющие требованиям КД.

Библиографический список:

7. Абибов А.Л., Бирюков В.В., Бойцов В.П. Технология самолётостроения, Москва 1970 г. С.337-360.

8. Технология сборки, монтажа, испытаний ЛА, технология сборочных работ. Методические указания. – НГТУ.: Новосибирск, 2000. №1979 629/Т384

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАВИТАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Горинович Н. В.
ttf_nstu@rambler.ru

В настоящий момент в ИМБП проводится комплекс исследований длительного воздействия пониженной гравитации и невесомости на организм человека. Данные эксперименты крайне трудоемки и часто сопряжены с опасностью для здоровья и жизни их участников. Одним из вариантов решения данной задачи является разработка компьютерных моделей, позволяющих проводить широкий комплекс исследований без экспериментов над людьми..

Целью работы было моделирование и исследование влияния условий пониженной гравитации и невесомости на работу кровеносной системы человека.

В работе выполнен обзор о влиянии гравитации и невесомости на организм. Установлено, что наибольшие физиологические отклонения зафиксированы в кровеносной, опорно-двигательной и нервной системах. Кроме того, в обзоре выполнен анализ механизмов воздействия невесомости на кровеносную систему.

Численное исследование выполнено на пакете программ, описывающем расходно-напорные характеристики эквивалентной схемы большого круга кровообращения. Разработанный алгоритм позволяет определять давления и расходы крови на все основные органы человека. Распределение крови рассчитывалось для различных значений силы тяжести в диапазоне $G =$ от 0 (невесомость) ... до + 1 g (Земля).

В работе проведено исследование особенностей действия невесомости на расходно-напорные характеристики кровеносной системы для различных возрастов и пола, выполнено сравнение с условиями земной гравитации. Отдельное исследование посвящено оценке влияния пониженной гравитации на поверхности Марса и Луны. В результате исследований получено качественное и количественное согласие с известными экспериментальными данными.

Библиографический список

1. Чичиндаев А. В. Исследование воздействия эффекта вращения крови на гемодинамические параметры кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – № 7. – С. 38–42.

2. Чичиндаев А. В. Численное моделирование кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева, В. В. Толстошеева // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – № 11. – С. 35–46.

3. Чичиндаев А. В. Оценка эффективности тренажеров для компенсации гиподинамии в условиях длительной невесомости / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – № 12. – С. 9–19.

4. Чичиндаев А. В. Исследование воздействия невесомости и гиподинамии на работу кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // Авиакосмическое приборостроение. – 2007. – № 4. – С. 33–42.

УДК 629.7.048

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ И КОСМОНАВТОВ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Новосибирский технологический институт (филиал)

«Московский государственный университет дизайна и технологии»

г. Новосибирск

Горкунова С.Ю., Хромова И.В.

tff_nstu@rambler.ru

В настоящее время в Российской Федерации уделяется большое внимание социальным программам в интересах инвалидов, в том числе людей с полной или частичной утерей функции передвижения в результате заболеваний спинного мозга или травм. Наделение спортивной одежды повышенными функциональными качествами для облегчения инвалидам процесса самообслуживания представляет одну из главных задач при решении проблемы проектирования для них одежды, что является весьма актуальным как в социальном, так и медицинском аспекте.

Целью работы является исследование процессов теплообмена в системе «человек – тепловая защита – окружающая среда», а так же совершенствование существующего ассортимента спортивной одежды для в качестве эффективного средства теплового комфорта для людей с ограниченными двигательными возможностями.

Исследования направлены на проектирование спортивной одежды для инвалидов-колясочников с учетом внешних физических факторов и конструкции тепловой защиты, с целью адаптации существующего ассортимента изделий для горнолыжников-паралимпийцев с полным или частичным параличом нижних конечностей.

В настоящей работе проводятся экспериментальные исследования теплофизических характеристик различных материалов в широком диапазоне параметров окружающей среды, в том числе высокоэластичных мембран, используемых для конструирования спортивной одежды и термобелья.

Отдельное исследование посвящено компьютерному моделированию и изучению влияния внешних физических факторов, таких как температура

окружающей среды и скорость ветра, на организм человека. Учитывается тип конституции, физическая подготовка спортсмена и термическое сопротивление тепловой защиты. Моделируется тепловое состояние системы «человек – тепловая защита – окружающая среда» в покое и в условиях прохождения горнолыжной трассы.

На основании анализа распределения температур и тепловых потоков в различных частях тела определяются место расположения и термическое сопротивление утепляющих элементов в конструкции горнолыжной одежды.

Результаты исследования могут быть полезны специалистам при проектировании термобелья для инвалидов, высотно-компенсирующих костюмов летчиков, костюмов постоянного ношения для космонавтов, а так же при совершенствовании элементов систем термостабилизации скафандров

Библиографический список:

1. Чичиндаев А. В. Оценка эффективности тренажеров для компенсации гиподинамии в условиях длительной невесомости / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2006. – № 12. – С. 9–19.

2. Хромова И. В., Денисова А. Н. Моделирование и исследование эффективности средств индивидуальной защиты человека от воздействия низких температур // *Авиакосмическое приборостроение*. 2011. № 7, С. 17 – 26.

3. Хромова И В. Компьютерное моделирование работы системы термостабилизации человека в условиях низких температур / И. В. Хромова, А. В. Чичиндаев // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2009. – № 3. – С. 44–55.

4. Новикова А.В. Совершенствование процесса проектирования плотнооблегающей одежды на основе исследования свойств высокоэластичных материалов: Автореф. дис. к.т.н. – СПб, 2009. -180с.

5. Березовский В.А. Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. – Киев.: Наук. думка, 1990. – 224 с.

РОЛЬ ТВОРЧЕСТВА В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Грабко Е.С., Стародубцева О.А

jeugen320@yandex.ru, olgastarodubzeva@mail.ru

Управление творчеством является сравнительно новой дисциплиной, в этой связи имеется незначительное число исследований в этом направлении.

Исследуя творчество как важный элемент инновационной деятельности необходимо рассмотреть основные понятия, связанные с предметом исследования. Элемент творчества подразумевает создание чего-то не существовавшего до настоящего времени. Но в таком случае ещё неизвестно, будет ли это новое работоспособным, иными словами нужно быть готовым и к тому, что деньги на исследования будут потрачены напрасно.

Рассмотрим подробнее основные понятия.

Творчество — процесс деятельности, создающий качественно новые материальные и духовные ценности или итог создания объективно нового. Основным критерий, отличающий творчество от изготовления (производства) – уникальность его результата [1]. Таким образом, творчество – это открытие и создание качественно нового, имеющего какую-либо ценность, эта ценность наполненная духовным и эстетическим содержанием. В научном творчестве открываются новые факты и законы, то, что существует, но что не было известно. Творчество техническое изобретает то, чего не было, новые устройства. В искусстве открываются новые духовные, эстетические ценности и создаются, "изобретаются" новые художественные образы, новые художественные формы.

Инновация, нововведение (англ. innovation) – это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком и является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации [2].

Исходя из определения, можно увидеть, что создание каких-либо инноваций, инновационных проектов требует от человека мыслительного процесса, представления каких-либо ситуаций, другими словами моделирования процессов. В обиходе сложилось понимание, что творчество или творческий процесс, относят больше к культурной деятельности человека, но никак не к научной, а тем более предпринимательской. В 1926 году ученый, один из основателей Лондонской школы экономики Грэм Уоллес выделили четыре стадии творческого процесса:

1. Подготовка – формулирование задачи; попытки её решения.

2. Инкубация – временное отвлечение от задачи.

3. Озарение – появление интуитивного решения.

4. Проверка – испытание и/или реализация решения.

Когда речь идёт о творчестве в инновационном процессе, уместно рассмотреть такое понятие, как креативность, которое напрямую связано с творчеством.

Креативность – это творческие особенности индивида, которые характеризуют готовность к принятию и созданию принципиально новых идей, отклоняющихся от традиционных или принятых схем мышления и входящие в структуру одарённости в качестве независимого фактора, а также способность решать проблемы, возникающие внутри статичных систем.

Креативность (творчество) играет критическую роль в инновационном процессе. Благодаря творчеству появляются новые идеи, и творчество помогает утвердить идеи и способствовать их дальнейшей реализации.

Критерии креативности [4, с 6]:

- беглость – количество идей, возникающих в единицу времени;
- оригинальность – способность производить необычные идеи, отличающиеся от общепринятых;
- гибкость, важность этого параметра обуславливается двумя обстоятельствами: во-первых, данный параметр позволяет отличать индивидов, которые проявляют гибкость в процессе решения проблемы, от тех, кто проявляет ригидность в их решении, и во-вторых, позволяет отличать индивидов, которые оригинально решают проблемы, от тех, кто демонстрирует ложную оригинальность.
- восприимчивость – чувствительность к необычным деталям, противоречиям и неопределённости, готовность быстро переключаться с одной идеи на другую;
- метафоричность – готовность работать в совершенно необычном контексте, склонность к символическому, ассоциативному мышлению, умение увидеть в простом сложное, а в сложном – простое.
- удовлетворённость – итог проявления креативности. При негативном результате теряется смысл и дальнейшее развитие чувства.

Креативную деятельность в инновациях на предприятии можно рассматривать как творческий процесс решения научно-практических проблем. Её концепция представляет собой отрицание искусственного разделения теории и практики, а также утверждает неразрывность знания и действия, единство знаний, умений и навыков.

Креативность, т.е. творческий характер деятельности, является универсальным требованием современной экономики, доминирующим условием развития любого предприятия или вида деятельности.

Креативная деятельность, как избирательный творческий поиск, совмещает творческие требования с ориентацией на реальные проблемы при разработке инновации и включает в себя формирование новой модели мышления, нематериальных (интеллектуальных) активов. На этапе формирования производственных, организационно-финансовых и производственно-коммерческих активов креативная деятельность переходит в инновационную [4, с.9].

Продуктивная деятельность невозможна без творческой деятельности, хотя источником креативности являются преимущественно спонтанно-творческие проявления со стороны специалистов организации, но при разработке инновации креативная ориентация представляет собой интеллектуальную экспериментальную деятельность, сочетающую систему и бессистемность, порядок и организованный хаос.

Что касается управления творчеством при разработке инноваций, то творческие люди должны ощущать свободу и понимать смысл контроля за их деятельностью. Они презирают отчёты, сметы, доклады и прочие атрибуты, существенные для бюрократической структуры любой компании. В тоже время, многие менеджеры полагают, что они не смогут эффективно исполнять свои обязанности, если не будут требовать от своих подчиненных отчётов о работе или же не будут осуществлять обратную связь каким-либо иным наиболее эффективным способом балансирования между свободой творчества и интересами компании, как полагают многие специалисты, является постановка долгосрочных целей, а затем предоставление работникам возможности самим решать тактические задачи на пути их реализации. Идея заключается в том, чтобы обозначит вершину, которую предстоит штурмовать, но не регламентировать путь к ней. Роль менеджера заключается в том, чтобы очертить достаточно широкую область исследований, которые являются важными для компании. Такой образ действий позволяет рассчитывать, что творческие способности сотрудников будут реализованы достаточно эффективно.

Для того, чтобы ослабить давление на творческих работников, практикуется отделение учёных, работающих над перспективными и теоретическими проблемами, от специалистов, решающих конкретные задачи, связанные с разработкой инноваций.

Не только внешние факторы, но и проблемы внутри самих творческих групп могут оказать отрицательное влияние на развитие инновационных процессов. В этом плане опасным может оказаться слишком высокий уровень конкуренции между самими творческими работниками. В связи с этим никогда не следует давать параллельные задания нескольким творческим группам помимо тех случаев, когда необходимо в очень сжатые сроки выполнить конкретный заказ. При этом всегда надо помнить, что соревнования такого рода всегда приводят к стрессам [4].

Правильное управление творчеством при разработке инновации является залогом успешного процесса и получения хороших результатов способом.

Библиографический список:

1. Википедия. Электронный ресурс. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
(Дата обращения: 29.03.15)
2. Википедия. Электронный ресурс.
URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/>(Дата обращения: 29.03.15)
3. Гвишиани Д.М. Организация и управление. - 6-е изд., перераб. - М., 2011.
4. Станислав Райх «Психодиагностика креативности (обзорная статья)» Киев. 2011. - 46 с.

УДК 621.7

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Гребенщиков Д.И., Рынгач Н.А.

gmigmd@mail.ru

Магнитно-импульсная обработка (МИОМ) основана на преобразовании энергии сильных импульсных магнитных полей в работупластической деформации (или кинетическую энергию разгона) металлических тел и реализуется в технологических процессах формообразования, раскроя, выполнения неразъемных соединений.

Источником энергии при МИОМ является конденсаторная батарея. При разряде батареи на соленоид, называемый индуктором, по последнему протекает кратковременный электрический ток. Этот ток создает магнитное поле, которое, в свою очередь вызывает в заготовке индукционный ток. Взаимодействие магнитного поля соленоида с индукционным током в заготовке приводит к возникновению магнитных сил Ампера, деформирующих заготовку, длительность процесса не превышает, как правило, одной миллисекунды, а амплитуда, магнитного давления может достигать величины порядка предела текучести обрабатываемого материала. Магнитные силы действуют также и на витки индуктора, поэтому индуктор многократного использования должен иметь необходимую прочность.

Изменяя форму индуктора и его расположение относительно объекта обработки, можно осуществлять различные технологические операции.

При анализе типового процесса обжата наконечников электрожгутов на установке МИУ-20/5 установлено, что обжим производится небольшими партиями, не более 50 наконечников. Этот размер партии принят в качестве основного при расчетах. Такой размер партии позволяет использовать простую конструкцию оснастки (индуктора) без принудительного охлаждения. Общее время обработки T_{Σ} партии в n наконечников можно оценить как:

$$T_{\Sigma} = T_{II} + nT_T \quad (1)$$

где T_{II} – время, затрачиваемое на подготовку установки к работе, мин.;
 T_T – время технологического цикла, мин.

Согласно паспортным данным, производительность установки МИУ-20/5, используемой в цехе 65, составляет 360 импульсов в час, время T_T составляет в среднем не более 50 секунд (время затрачиваемое на закрепление наконечника в индукторе, заряд конденсаторной батареи, обжим и извлечение наконечника в индукторе).

В T_{II} входит время, затрачиваемое на внешний осмотр установки перед каждым началом работы (состояние изоляции, индуктора, заземляющих устройств и соединительных кабелей) – 1 минута, кроме того перед началом работы установки МИУ-20/5 производится тренировка игнитрона, которая занимает 7-8 минут и производится не менее 15 импульсов с плавным нарастанием заряда от 2кВ до рабочего напряжения (в технической документации на игнитроны укладывается, что тренировка должна производиться в течении 2-х часов, однако в условиях малых партий этим приходится пренебрегать, т.к. большая часть ресурса устройства будет потрачена на тренировку).

Таким образом время обработки партии во 50 наконечников $T_{\Sigma}(1)$ можно оценить как:

$$(1+7)+50*(0,75)\approx 45 \text{ мин.}$$

Дополнительная автоматизация рабочего места не позволит существенно снизить время технологического цикла из-за многообразия типоразмеров наконечников в партии, однако возможно повышение общей производительности за счет сокращения времени подготовки установки к работе на 7 минут за счет использования других типов высоковольтных коммутирующих устройств, которым не требуется тренировка. Таким образом, сокращение времени обработки партии в 50 наконечников на 7 минут дает выигрыш в производительности 15%.

Перед обработкой партии производится подготовка установки к работе, в том числе тренировка игнитрона с плавным нарастанием энергии импульса с 2 кВ до рабочего напряжения 4-5 кВ. За время тренировки при линейном

нарастании энергии импульса за 10 импульсов тратится не менее 12 % энергии. Таким образом, энергоэффективность можно повысить на 12 % за счет использования разрядников, не требующих тренировки перед работой. При повышении частоты разрядного тока уменьшается глубина проникновения магнитного поля в материал обрабатываемой детали, при этом эффективность обработки увеличивается [6.7]. Для эффективной реализации магнитного давления на обрабатываемую деталь необходимо, чтобы глубина проникновения магнитного поля была значительно меньше толщины деталей. В таблице 1 приведены величины проникновения при разных частотах.

Табл.1. Зависимость глубины проникновения магнитного поля

частота f, кГц	1	5	10	20	40
δ (МЗМ), мм	2,12	0,95	0,67	0,48	0,33
δ (БрБ-2),мм	4,15	1,86	1,31	0,93	0,65

Согласно ОСТ 1 13696-81 и ОСТ 1 13697-81 толщина стенок обжимаемой части наконечника составляет от 0,8 (типоразмеры 1-13) до 2,0 мм (типоразмеры 33-37). При частотах порядка 20кГц глубина проникновения магнитного поля соизмерима с толщиной 0,8 мм, поэтому на этих частотах обжатие имеет низкий КПД, который можно повысить за счет увеличения частоты разрядного тока и, соответственно снизить расход энергии при выполнении операции обжатия наконечника.

Оценочные расчеты [6] позволяют сделать вывод, что примерное снижение энергоемкости составит ~5% при увеличении частоты разрядного тока с 20кГц до 40кГц, однако для подтверждения этих оценок необходимо провести более точные расчеты, ориентируюсь на параметры выбранной магнитно-импульсной установки.

Библиографический список:

1. Курлаев Н. В., Рынгач Н. А., Бобин К. Н., Гулидов А. И. Импульсное формообразование листовых деталей в самолето- и вертолетостроении: учебное пособие. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. – 83 с.
2. Курлаев Н. В., Рынгач Н. А., Гулидов А. И. и др. Численное моделирование процесса сборки наконечников с электрожгутами давлением импульсного магнитного поля // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2001. - №8. – С. 38-42.
3. Юсупов Р.Ю., Глущенков В.А. Энергетические установки для магнитно-импульсной обработки материалов. – Самара, 2013. – 125 с.
4. URL: <http://www.rustechgroup.ru>. Дата обращения 14.10.2014.
5. URL: <http://www.pulsetech.ru/>. Дата обращения 14.10.2014.
6. Глущенков В.А., Карпухин В.Ф. Технология магнитно-импульсной обработки материалов. – Самара, 2014. – 207 с.

7. Белый И.В., Фертик С.М., Хищенко Л.Т. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов.- Харьков, 1977. – 168 с.

8. Фомин В.М., Гулидов А.И., Садырин А.И. и др. Высокоскоростное взаимодействие тел. – Новосибирск: издательство СО РАН, 1999. – 600 с.

9. ОСТ 1 13696-81. Наконечники узкие для электроприводов. Конструкция и размеры.

10. ОСТ 1 13696-81. Наконечники широкие для электроприводов. Конструкция и размеры.

11. ОСТ 1 03967-81. Заделки электрических проводов в наконечники. Типы основные размеры и технические требования.

УДК 623.5

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ МИНЫ В ЗОНЕ ОКОЛОДУЛЬНОГО ТЕЧЕНИЯ

Тульский государственный университет, г. Тула

Грязев В.М.

Расчет параметров движения снаряда в зоне околодульного течения необходим для определения коэффициентов трансформации начальных кинематических параметров движения снаряда, сформированных в момент потери его контакта со стволом и являющихся начальными условиями движения в воздухе. Влияние периода последствия на динамику движения необходимо учитывать для снарядов с аэродинамической стабилизацией, поскольку при движении в этом периоде они являются аэродинамически неустойчивыми объектами и возможно существенное увеличение углов и угловых скоростей их экваториального вращения.

Особенностью расчета параметров движения мины в период выхода из ствола является необходимость сопряженного решения задачи расчета параметров движения и параметров нестационарного газодинамического течения в стволе в зоне стабилизатора мины и в околодульном пространстве. При этом положение мины в счетной зоне будет оказывать существенное влияние на параметры течения.

Необходимость учета перемещения твердого тела в счетной зоне при решении нестационарных газодинамических задач значительно усложняет решение, поскольку влечет необходимость постановки специальных граничных условий на подвижной границе и перестройки сетки. Известен вариант подобного решения, связанный с использованием на границе «газ - тело» дробных деформируемых ячеек [1]. Подобный подход был успешно использован для расчета параметров движения оперенного подкалиберного снаряда.

Расчет параметров движения для минометного выстрела имеет некоторые отличия по отношению к расчету параметров движения артиллерийского

снаряда. Дело в том, что на процесс истечения пороховых газов будет оказывать не только положение боеприпаса в счетной зоне, но и параметры течения на срезе ствола, поскольку истечение происходит в кольцевой зазор с переменной площадью поперечного сечения, увеличивающийся по мере выхода мины из ствола. Для снарядов истечение начинается с момента выхода обтюрирующего пояса за дульный срез и происходит через сечение практически равное площади поперечного сечения ствола.

В отличие от артиллерийских снарядов, процесс движения мины в период выхода мины и в зоне околoduльного течения до настоящего времени не рассматривался, что связано в первую очередь с упомянутыми особенностями, осложняющими решение указанной задачи. Кроме того, практический интерес представляют результаты расчета параметров экваториального вращения мины, которые, строго говоря, могут быть определены только на основе решения газодинамической задачи в трехмерной постановке. Подобное решение в настоящее время реализовать весьма затруднительно.

Для определения изменения параметров экваториального вращения мины мы будем использовать далее результаты расчета двумерного нестационарного газодинамического течения. Обтекание консолей оперения и влияние несимметрии течения из-за наличия угла атаки будем учитывать с использованием общих зависимостей, определяющих аэродинамическое воздействие на крыло и корпус летательного аппарата, при известных параметрах обтекания. Эти параметры будем определять из решения газодинамической задачи для точки, совпадающей с серединой средней хорды консоли. Результатом подобного решения будет расчет поступательного и вращательного движения мины в плоскости угла атаки.

Для решения газодинамической задачи использовался модифицированный программный модуль Gas2d-3.13M, реализующий расчет нестационарного течения невязкого газа в осесимметричном варианте при наличии в счетной зоне подвижного тела, в который было добавлено решение задачи определения аэродинамического воздействия на консоли оперения и корпус мины, и расчет параметров движения мины в плоскости угла атаки.

Дальнейшие расчеты проводились для условий выстрела штатной миной из 82-мм миномета 2Б14.

Результаты расчета показывают, что перемещение мины в пределах счетной зоны (на расстояние 2 м) происходит без выхода из зоны околoduльного течения. В то же время силовое воздействие на мину достигает своего максимума на расстоянии примерно 5 калибров ($5d$), а на расстоянии $6d$ становится пренебрежимо малым и практически не изменяет угловой скорости экваториального вращения мины. Несмотря на это, движение в зоне околoduльного течения происходит при отсутствии стабилизирующего момента и сопровождается постоянным увеличением угла атаки вплоть до выхода из зоны околoduльного течения.

Анализ результатов видеосъемки начального участка траектории мины показывает, что выход мины за пределы околодульного течения наблюдается на расстоянии 4-6 м от дульного среза, или 50...75 калибров. Расчет околодульного течения на таком расстоянии не имеет смысла, из-за малости силового воздействия на мину. В то же время при расчетах изменения начальных кинематических параметров движения мины следует учитывать этот участок, как участок с отсутствием стабилизирующего момента.

Таким образом, предложенная схема расчета позволяет оценить изменение параметров вращательного движения мины в процессе выхода ее за дульный срез и в зоне околодульного течения.

Библиографический список

1. Могильников Н.В. Расчет нестационарных газодинамических течений в условиях подвижных границ // Известия ТулГУ. Технические науки. - Тула: Изд-во ТулГУ. - 2002. - Ч.1. - С.205-209.

УДК 546.824-31

СОЗДАНИЕ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ КАТАЛИЗА И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Лаборатория экологического катализа, г. Новосибирск

*Гудзева Е.В.*¹, *Исмагилов И.З.*², *Охлопкова Л.Б.*², *Керженцев М.А.*²
Fduecn92@mail.ru

Анодное окисление алюминия было использовано начиная с 1930-х годов для производства оксидных покрытий на поверхностях алюминия и его сплавов для различных применений [1]. Сравнительно недавно эта технология была предложена несколькими исследовательскими группами из Японии, Европы и США для формирования *анодного оксида алюминия* (АОА) как носителя катализаторов в микрореакторах различных форм: пластины и сотовые блоки [2], аксиальные цилиндрические каналы [3] и вертикальные наконечники [4]. В процессе анодного окисления важно учитывать такие параметры, как: механическая, термическая и химическая предобработка образца; природа электролита; распределение температуры в электролите и образце; плотность электрического тока (ПЭТ) на единицу поверхности образца. Эти условия влияют на следующие свойства: перераспределение примесей и механических сил в образце, структуру

барьерного и пористого слоев в АОА, кинетику его роста и ионный транспорт в нем [1 – 4].

Целью работы являлось создание функциональных покрытий из АОА, которые могут быть использованы в качестве материалов: во-первых, в катализе – для повышения эффективности процессов и защиты окружающей среды; во-вторых, в мембранах для очистки воды.

Для осуществления цели работы были поставлены следующие *задачи*:

1. Освоение методики нанесения покрытий из АОА на модельные объекты – плоские алюминиевые пластины (для катализа) и фольгу (для мембран);

2. Определение влияния условий процесса (электрического тока, напряжения и других факторов) на состав и свойства получаемых покрытий;

3. Исследование закономерностей формирования покрытий на пластинах и фольге с помощью физико-химических методов;

4. Выполнение расчетов по транспортным свойствам АОА в сравнении с гранулированным оксидом алюминия, на примере реакций каталитического окисления н-бутана и диметилового эфира. Разработка концепции мембранных модулей с использованием АОА.

5. Выдача рекомендаций по практическому применению результатов работы.

Эксперименты проводились на лабораторной электрохимической установке при следующих условиях [5]: электролит – 10 % водный раствор щавелевой кислоты с перемешиванием, температура 1...7 °С, ПЭТ 3,5...15 мА/см². Для серий пластин с двумя разными геометриями (плоские 40.0 x 12.0 x 2.0 мм³ и микроструктурированные 40.0 x 30.6 x 0.4 мм³), при оптимальных условиях процесса были установлены корреляции между временем процесса и толщиной АОА, одна из которых представлена на рис. 1.

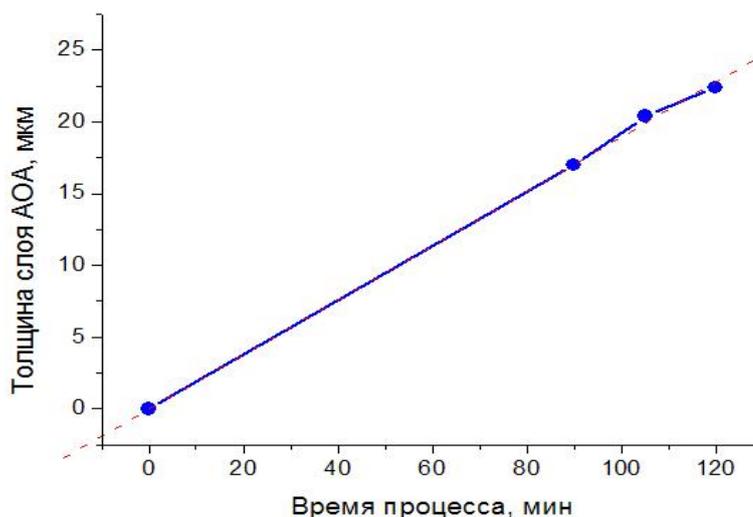


Рис. 1. Зависимость толщины слоя АОА от времени процесса на плоских пластинах (условия указаны в тексте)

Оптическая и сканирующая электронная микроскопии иллюстрируют присутствие слоя АОА, а текстурные измерения показывают бимодальное распределение пор по размерам в нем (диаметры ~ 15 и 46 нм). Рентгенофазовый анализ показывает, что структура анодированного сплава разупорядочена по сравнению с исходным материалом. Видно, что относительно главной линии (111) алюминия, интенсивность линии (200) становится ниже, а линии (311) – выше. По-видимому АОА состоит из фазы псевдо-бемита. Метод формирования АОА предложенный в данной работе может быть использован в производстве функциональных покрытий для таких приложений как носители катализаторов для микрореакторов [3], селективно проницаемых мембран для целого ряда процессов и синтеза широкой номенклатуры наноматериалов [6].

Концепция применения мембран из АОА для очистки от тяжелых металлов.

Мембраны из АОА полученные на поверхности алюминиевой фольги толщиной 20 мкм могут быть применены для создания мембранных модулей с целью очистки жидкостей (водных растворов) от растворенных примесей тяжелых металлов. Особенности процесса анодного окисления в этом случае является то, что он проводится практически на всю глубину образца фольги, например на 19 мкм, в его центре, а также то, что для этого используется специальная рамка, закрывающая от окисления периферию образца. Это делается по трем причинам: во-первых, для обеспечения устойчивой подачи напряжения на образец до конца процесса; во-вторых, для сохранения плоской геометрии образца развернутого из рулона; и в-третьих, для облегчения возможности создания сквозных проницаемых мембран путем растворения остаточного алюминия и шлифовки поверхности АОА. Предлагается два варианта компоновки модулей из мембран изготовленных таким способом. Первый – в котором каждая мембрана является сквозной, как упомянуто выше, и несколько мембран собираются герметично вплотную друг за другом, так чтобы фильтрация воды происходила непрерывно на всех мембранах по длине модуля. Второй – в котором на каждой мембране сохраняется остаточный алюминий, т.е. мембраны являются непроницаемыми, но имеется возможность расположения их в последовательном порядке и использования в качестве электродов для восстановления выбранных катионов металлов в соответствии с их стандартными электрохимическими потенциалами. Например, для высокотоксичных катионов хрома: $E_0(\text{Cr}^{6+}/\text{Cr}^{3+}) = + 1,36$ эВ и $E_0(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = - 0,74$ эВ, и оценка емкости пор слоя АОА показывает, что для слоя толщиной ~ 20 мкм в одной поре со средним диаметром ~ 20 нм может быть реализовано электрохимическое осаждение $\sim 1 \times 10^5$ атомов хрома (средний диаметр ~ 0.2 нм). Данный способ является инновационным, и позволяет как проводить высокоселективную очистку воды из разных источников (коммунальное хозяйство, промышленность) от примесей металлов, так и осуществлять выделение этих металлов в виде нано-размерных структур.

Библиографический список

1. S. Wernick, R. Pinner, P. G. Sheasby. The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and its Alloys. – Teddington, England: Finishing Publications Ltd., 1987. 5th ed. v. 1. – 1273 p.
2. I. E. Sungkono, H. Kameyama, T. Koya. Development of catalytic combustion technology of VOC materials by anodic oxidation catalyst // Appl. Surf. Sci. – 1997. – 121/122. – P. 425–428.
3. I. Z. Ismagilov, R. P. Ekatpure, L. T. Tsykoza, E. V. Matus, E. V. Rebrov, M. H. J. M. de Croon, M. A. Kerzhentsev, J. C. Schouten. Optimization of anodic oxidation and Cu-Cr oxide catalyst preparation on structured alum. plates processed by electro discharge machining // Catal. Today. – 2005. – 105. – P.516–528.
4. J. C. Ganley, E. G. Seebauer, R. I. Masel. Porous anodic alumina microreactors for production of hydrogen from ammonia // AIChE J. – 2004. – 50. – P. 829–834.
5. Е.В. Гудзева, И.З. Исмагилов, Л.Б. Охлопкова, М.А. Керженцев. Разработка электрохимических методов с целью создания функциональных покрытий на поверхности алюминия и титана для повышения экологичности процессов тонкой химии и энергетики // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 15 Всерос. науч. техн. конф., Новосибирск, 23-25 апр. 2014 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – С. 172-176.
6. G. E. J. Poinern, N. Ali, D. Fawcett. Progress in nano-engineered anodic aluminum oxide membrane development // Materials. – 2011. – 4. – p.487–526.

УДК 621.7

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ИНДУКТОРА ДЛЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Гулидов А. Б., Рынгач Н.А.

magggot04@gmail.com

В настоящее время растет интерес к высокоскоростным методам штамповки, которые позволяют получать детали заданной формы за меньшее количество технологических переходов, либо получать детали такой формы, которая недостижима любыми другими методами штамповки [1]. Кроме того, магнитно-импульсная обработка металлов (МИОМ) положительно сказывается на долговечности металлических изделий [2]. При этом существует ограничения для материалов заготовок и индуктора: они должны иметь малое электрическое сопротивление, как правило, это медные и алюминиевые сплавы.

Индукторы для МИОМ чаще всего изготавливаются из бериллиевой бронзы, имеющей хорошую электропроводность и удовлетворительные

механические характеристики; реже – из меди, так как медь обладает низкими механическими характеристиками. Попытки использовать высокопрочные алюминиевые сплавы не дали ожидаемого результата из-за их низкой долговечности в условиях импульсного нагружения. Возможно изготовление токоведущих элементов углеродистых и легированных сталей, однако такие индукторы имеют низкий к.п.д. передачи энергии в заготовку, преобразуя электрическую энергию в тепло. В данной статье рассматривается конструкция индуктора, который позволяют повысить рабочее давление на обрабатываемую поверхность и долговечность самого индуктора.

Прочность индукторов обусловлена выбором материала токоведущей спирали. Например, наиболее подходящим материалом для индукторов для МИОМ сплава типа Д16АМ с динамическим пределом текучести $Y_0 \approx 200$ МПа, учитывая, что при МИОМ давление импульсного магнитного поля может численно превзойти в 1,5...2,0 раза значение Y_0 , будет бериллиевая бронза БрБ2 с пределом текучести $\sigma_T = 500$ МПа. Частота тока при МИОМ находится в пределах 10...20 кГц, при этом толщина скин-слоя для медных сплавов не превышает 1 мм. Исходя из написанного выше, можно сделать вывод, что основная масса спирали индуктора предназначена для обеспечения жесткости индуктора, существенно не влияя на его электрические характеристики. Учитывая низкие механические характеристики медных сплавов индуктор приходится изготавливать достаточно массивным и ограничивать максимальное давление на заготовку, что в свою очередь снижает технологические возможности индуктора. Кроме того, для повышения безопасности индуктора в случае его разрушения применяются специальные бандажи. Однако, если разделить спираль индуктора на электрическую и силовую составляющие, то можно существенно повысить прочность и долговечность индуктора, в этом случае по проводящему контуру будет идти электрический ток, а силовое воздействие будет восприниматься прочным основанием.

Первой реализацией данной концепции был одновитковый разъемный индуктор для обжима трубчатых заготовок. В качестве заготовок используются наконечники электрожгутов (рис. 1) по ОСТ 1 13697-81 [4].

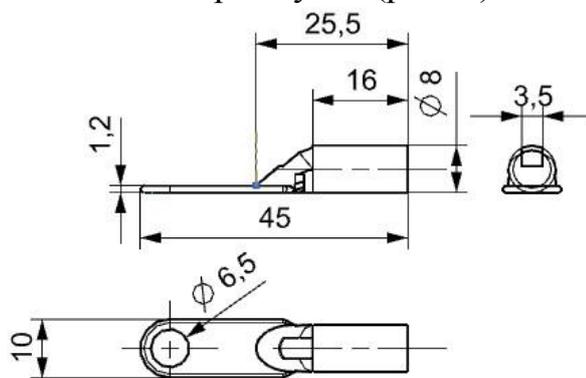


Рис. 1. Наконечник электрожгутов по ОСТ 1 13697-81

Заделка в наконечники электрожгутов методом МИОМ производится по типу 8 по ОСТ 1 03967-81 [5, стр. 8] (рис. 2).

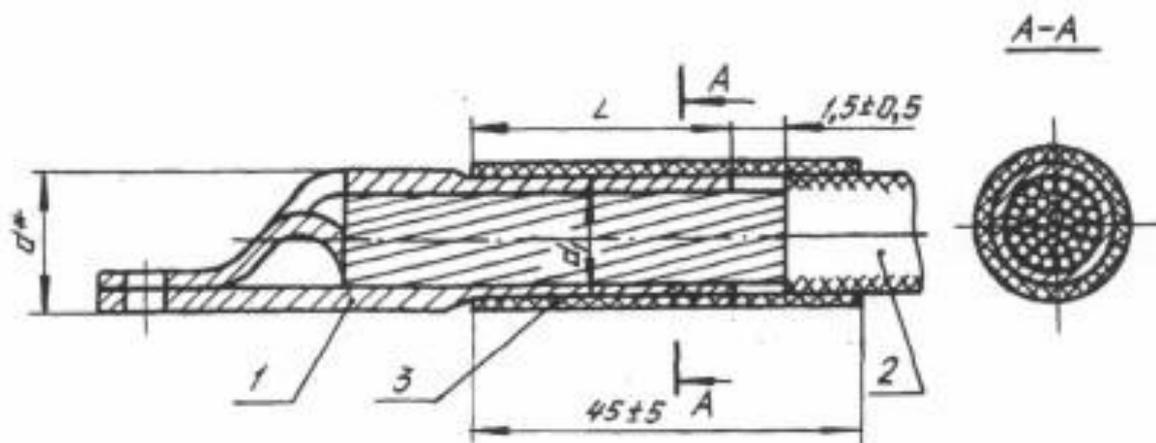


Рис. 2. 1- наконечник по ОСТ 1 13697-81; 2 - провод; 3 - электроизоляционная трубка

Табл. 1. типоразмеры наконечников электрожгутов по ОСТ 1 13697-81

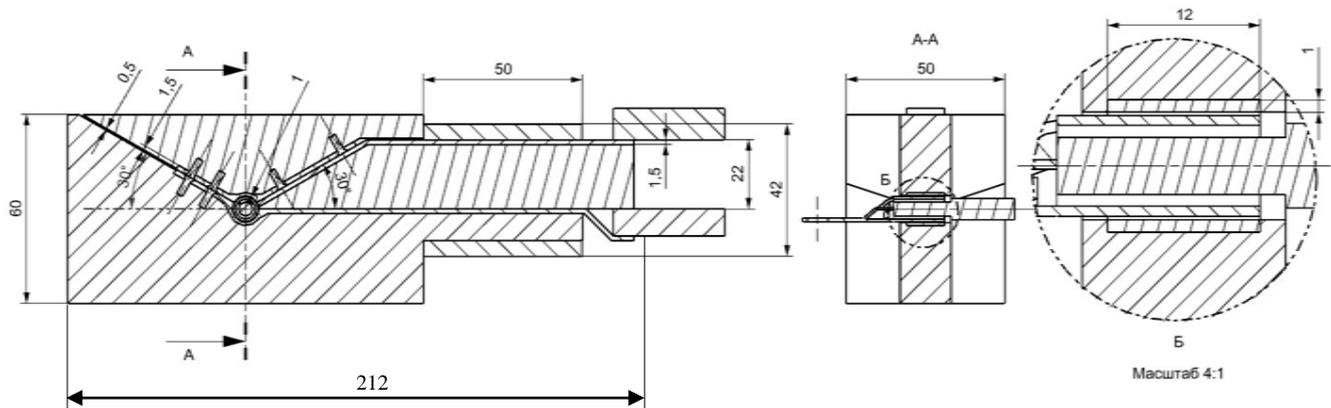
Типоразмер	Площадь сечения провода, мм ²	d	d ₁	1
1	6	6	4.8	8
2	10	7	5.8	

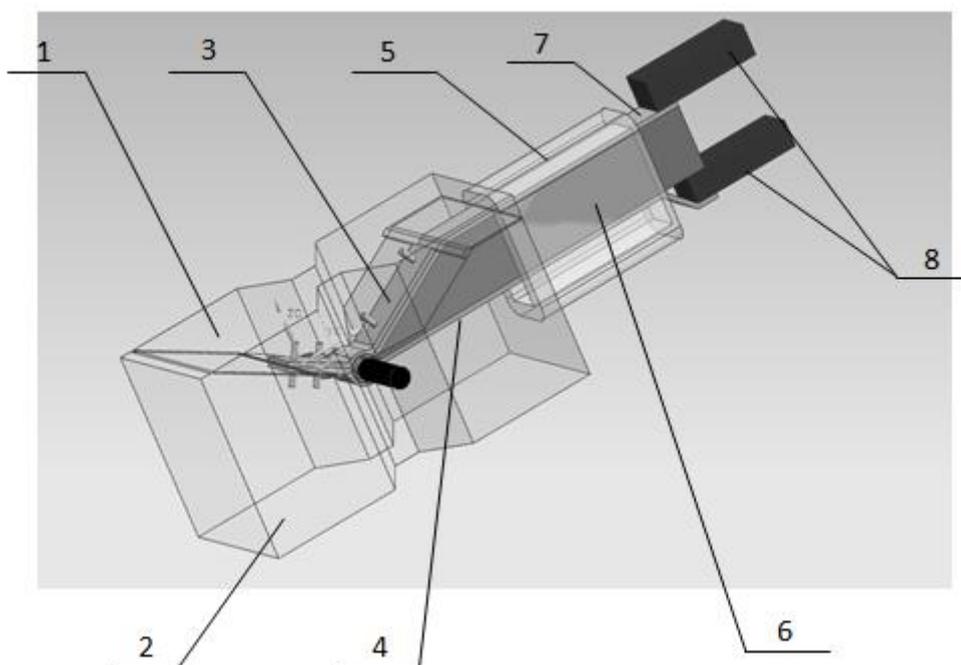
Табл. 1. типоразмеры наконечников электрожгутов по ОСТ 1 13697-81
Продолжение

Типоразмер	Площадь сечения провода, мм ²	d	d ₁	l
3	16	8	6.7	10
4	25	10	8.5	
5	35	12	10.2	12
6	50	14	12.3	
7	70	16	13.7	
8	95	19	16	

Одновитковый разъемный индуктор для обжима наконечников изображен на рис. 3. Данная схема была выбрана из-за простоты ее реализации. Токоведущая часть (3 и 4) представляет из себя сменные бронзовые пластины, всю силовую и тепловую нагрузку воспринимает массивный стальной корпус (1 и 2). Электрическая составляющая представляет собой медные полосы, устанавливающиеся в пазы разъемного стального корпуса, это улучшает стойкость индуктора, а также препятствует деформации токоведущей жилы.

Данный индуктор показал свою работоспособность и высокую ремонтпригодность, при этом он не требует дополнительного изменения технологических параметров процесса обжатия трубчатых наконечников [6].





Библиографический список:

1. Белый И.В., Фертик С.М., Хищенко Л.Т. Справочник по магнитно импульсной обработке металлов.- Харьков: Вища школа, 1977. - 168 с.
2. Гулидов А.И., Курлаев Н.В., Мержиевский Л.А., Рынгач Н.А. Влияние импульсной обработки на дефекты сплошности и долговечность материалов// Научный вестник НГТУ. - 2005 - № 1(19) - с.97-110.
3. Гулидов А.И., Курлаев Н.В., Покалюхин Ю.С., Рынгач Н.А., Юдаев В.Б. Численное моделирование процесса сборки наконечников с электрожгутами давлением импульсного магнитного поля // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением – 2001. - № 8. – с.38-42.
4. ОСТ 1 13697 - 81. Наконечники узкие для электропроводов. Конструкция и размеры. - Взамен 5834А; введен с 01.01.1982. – 5 с.
5. ОСТ 1 03967 - 81. Заделки электрических проводов в наконечники. Типы, основные размеры и технические требования. - Взамен 830АТ, 899АТ; введен 01.01.1982. - 15 с.
6. Рынгач Н.А. Определение эффективных режимов магнито-импульсной обработки для уменьшения объема пор в металлах и сплавах // материалы Российской научн.-технич. конференции "Наука. Промышленность. Оборона" (НГТУ, 21-23 апреля 2004г.).- Новосибирск: НГТУ, 2004. – с.67-68.

ОБЗОР ТЕОРИЙ И ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛА ВБЛИЗИ ЭКРАНА

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
«СибНИА им. С. А. Чаплыгина», г. Новосибирск
Гулидова Ю. С.
aveenrok@inbox.ru

В экспериментальной аэродинамике для учета влияния близости поверхности на несущие свойства крыла существует несколько методов физического моделирования экранного эффекта: метод зеркального отображения, методы подвижного и неподвижного экранов. Современные численные методы исследования аэродинамических характеристик несущих систем летательных аппаратов также позволяют решать задачи аэродинамики крыла при движении вблизи поверхности земли или воды.

В работе [1] предложена методика вычислительного эксперимента для задачи аэродинамического обтекания экраноплана с учетом влияния экранирующей поверхности. Малые высоты $h \approx 0,03 \div 0,1$ в данной работе не рассматриваются. Методика основана на прямом решении осреднённых уравнений Навье-Стокса турбулентного течения вязкой несжимаемой жидкости. Вычисления производятся в расчётной среде ANSYSCFX. Обтекаемое тело заключается в расчётную область конечного размера, имеющую форму параллелепипеда. В случае метода зеркального отображения на нижней грани выставляется условие симметрии с учётом ненулевых компонент скорости в данной плоскости. При моделировании подвижного экрана на грани ставится условие подвижной стенки, при этом поперечная и продольная компоненты скорости обращаются в нуль, а стенка движется со скоростью потока на входе. При применении метода неподвижного экрана в качестве граничных условий задаются условия прилипания и непротекания в виде нулевых компонент скорости. Полученные математическим моделированием результаты были сравнены с результатами продувок в аэродинамической трубе. На практике более достоверные результаты по определению аэродинамических характеристик дают методы зеркального отображения и подвижного экрана. Численные исследования подтвердили существующую закономерность.

В работе [2] предложен численный метод для проведения массовых параметрических расчётов аэродинамических характеристик профиля вблизи экрана. В данной работе задача о потенциальном обтекании рассматривается как задача о построении комплексного потенциала течения для двух симметрично отражённых профилей. Решение задачи сводится к нахождению приведённой скорости течения на поверхности профиля, которое осуществляется комбинированным методом [3]. Этот метод состоит из двух этапов: 1) конформное отображение внешности контура профиля на

внешность кривой, близкой к окружности; 2) численное решение задачи в отображённой плоскости. Численное решение сводится к решению интегрального уравнения по приведенной итерационной схеме. После нахождения приведённой скорости течения на поверхности профиля, по формулам определяется распределение скорости и коэффициента давления по заданной поверхности. Далее по эпюре давления рассчитываются суммарные аэродинамические характеристики профиля вблизи экрана. Данный метод расчёта был положен в основу программы, написанной на языке FORTRAN, для проведения параметрических расчётов.

В работе [4] методом дискретных вихрей решена численная задача отрывного обтекания тонких крыльев вблизи жидкой границы раздела двух сред. Метод заключается в замене нестационарного вихревого слоя системой дискретных вихрей. В работерассмотрены две постановки задачи: линейная, с выполнением граничных условий на границе раздела, и нелинейная, с граничными условиями на крыле. Учет влияния поверхности осуществляется методом зеркального отображения. На примере обтекания прямоугольного крыла с удлинением $\lambda=6$ показано, что нелинейная теория количественно оказалась ближе к экспериментальным значениям, чем линейная. Данная задача решалась на языке программирования FORTRAN-IV.

Известно множество теорий для определения аэродинамических характеристик крыла вблизи экрана [5]. К ним относятся вихревая теория Антипина М. И.. Авторы Басин М. А. и Шадрин В. П. используют метод дискретных особенностей для решения интегрального уравнения крыла конечного размаха. Они моделируют крыло системой косых подковообразных вихрей. Известна квадрупольная теория крыла вблизи экрана Панченкова А. Н.. Данная теория учитывает условие малости относительного расстояния крыла от экранирующей поверхности, и это позволяет моделировать несущую поверхность слоем квадрупольей, распределенных на экране под крылом.

Однако вышеприведенные теории и методы не дают возможность корректно выполнять расчет аэродинамических характеристик экраноплана с наличием концевых шайб, позволяющих улучшить несущие свойства крыла вблизи экрана. Такую возможность дает одномерная канальная теория с перетеканием Роджера Галлингтона [6]. По этой теории площадь канала представляется линейно уменьшающейся от передней кромки к задней, что позволяет получить наибольшую продольную устойчивость и наименьшее сопротивление. Течение с наружной стороны канала полагается невозмущенным. Вихревой слой, разделяющий невозмущенное внешнее течение от течения под крылом заменяет навес от нижней кромки каждой шайбы. Аналогичная теория, позволяющая учитывать влияние концевых шайб при расчёте аэродинамических характеристик, так называемая «туннельная» теория, принадлежит Гурьянову М. А. [7]. Истечение воздуха по данной теории происходит не только через сечение задней кромки модели, а также через подбортовые сечения, т.е. из-под шайб. Скорость истечения из-под шайб равняется скорости набегающего потока.

Библиографический список:

1. Блохин В. Н., Прохоров В. М., Кальясов П. С., Якимов А. К., Туманин А. В., Шабаров В. В. Применение методов вычислительного эксперимента для определения аэродинамических характеристик экраноплана на крейсерском режиме движения. // Математическое моделирование. Оптимальное управление. - Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского, 2012, № 3 (1), с. 147-154.
2. Ивантеева Л. Г., Коновалов С. И., Павловец Г. А. Расчёт аэродинамических характеристик профиля вблизи экрана при заданных значениях его геометрических параметров. // Учёные записки ЦАГИ, 1980, Том XI, № 2.
3. Павловец Г. А. Методы расчёта обтекания сечений крыла идеальным несжимаемым потоком. Труды ЦАГИ, вып. 1344, 1971.
4. Соколова О. Н. Расчёт стационарных нелинейных аэродинамических характеристик тонких крыльев вблизи жидкой границы раздела двух сред. // Учёные записки ЦАГИ, 1990, Том XXI, № 4.
5. Маскалик А. И., Колызаев Б. А. и др. Экранопланы. Особенности теории и проектирования. – СПб.: Судостроение, 2000. – 320 с.
6. Roger W. Gallington, Mark K. Miller, Woodrow D. Smith. The ram-wing surface effect vehicle: comparison of one-dimensional theory with wind tunnel and free flight results. // United States Air Force Academy, Colorado, 1971.
7. Гурьянов М. А. Экранные составляющие аэродинамических характеристик устройства на воздушной подушке с поддувом набегающим потоком. // Авиационная техника. Известия высших учебных заведений, №2, 1978, с. 17-29.

УДК 623-04

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Гуськов А. В., Милевский К. Е., Хребтова М. С.

a.guskov@corp.nstu.rumaria.khrebtova@yandex.ru

Одной из важных частей снаряда, обеспечивающих дальность и кучность выстрелов, является ведущий пояска. Способ установки пояска сваркой взрывом обеспечивает прочное соединение пары «медь – сталь», обладающее рядом специфических характеристик.

Процесс установки ведущего пояска на корпус снаряда сваркой взрывом заключается в следующем (рис. 1). На заранее подготовленном корпусе боеприпаса под углом $\alpha = 3 - 10^\circ$ фиксируется медная кольцевая заготовка, которую разгоняют при помощи взрывчатого вещества (далее - ВВ). При высокоскоростном соударении пластины и корпуса происходит деформация

прилегающих друг к другу материалов, ведущая к образованию прочного соединения.

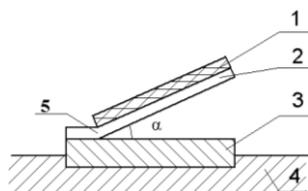


Рис.1. Сварка взрывом

1 – заряд ВВ; 2 – медный пояс; 3 – корпус снаряда; 4 – неподвижное основание; 5 – точка изгиба пояса.

Соединение формируется в две стадии. [1, 2] На первой, в момент образования контакта происходит сближение атомов соединяемых материалов, а также их незначительное химическое взаимодействие. Вторая стадия заключается в возникновении контактных поверхностей с образованием активных центров, в результате чего обеспечивается сцепление металлов. Решающую роль играет пластическая деформация металлов в зоне шва, которая распределена по толщине свариваемых заготовок и достигает максимума вблизи плоскости соединения. Ударно-волновая нагрузка обеспечивает волнообразный профиль соединения, что увеличивает поверхность контакта. Высокая скорость сварки объясняет отсутствие диффузии материалов. Эта особенность позволяет получать соединения металлов, которые при других способах скрепления оставались бы непригодными к использованию. Для осуществления качественного соединения важным условием являются хорошо зачищенные свариваемые поверхности.

Выведено несколько теорий, объясняющих волнообразный характер сварного соединения. [3-6]

Например, модель Абрахамсона, базирующаяся на примере взаимодействия метаемой под углом к поверхности водной струи и мягкой пасты в качестве основания. Также известна теория Ханта, основанная на предположении Абрахамсона о взаимодействии водной струи с преградой и её разделении на прямую и обратную. Известна теория Кована и Хольцмана, предлагающая зависимость амплитуды волны от характерного линейного размера для профиля горизонтальной скорости свободных плоских струй (d), а также теория поверхностного натяжения, связывающая поведение металлического материала при сварке взрывом с поведением жидкости.

Несмотря на большое количество физических и математических моделей волнообразования и на различные подходы авторов к трактовке полученных экспериментальных результатов, механизм этого явления до конца не изучен. Единой общепризнанной теории волнообразования не создано.

Для проведения эксперимента авторами данной статьи была выбрана пара «сталь – медь» (рис. 2 а). Как видно из рисунка, соединение имеет чётко выраженный волнообразный характер. Можно предположить, что данный вид обусловлен тем, что сам процесс метания происходит сегментарно

(рис. 2 б).

Рассмотрим движение отдельного элемента (рис. 2 б). Под действием ударной волны ВВ, он падает на основание 2 и происходит абсолютно неупругий удар с выделением большого количества энергии, которая идёт на нагревание сталкивающихся поверхностей. Так как нагрев происходит до высоких температур, приповерхностные слои материала переходят в жидкое состояние, образуя волнообразное соединение.

Допустим, минимальная масса двумерного метаемого сегмента определяется по следующей формуле:

$$dm = \rho \cdot dl \cdot h,$$

где ρ - плотность материала, dl - длина сегмента, h - толщина метаемой пластины.

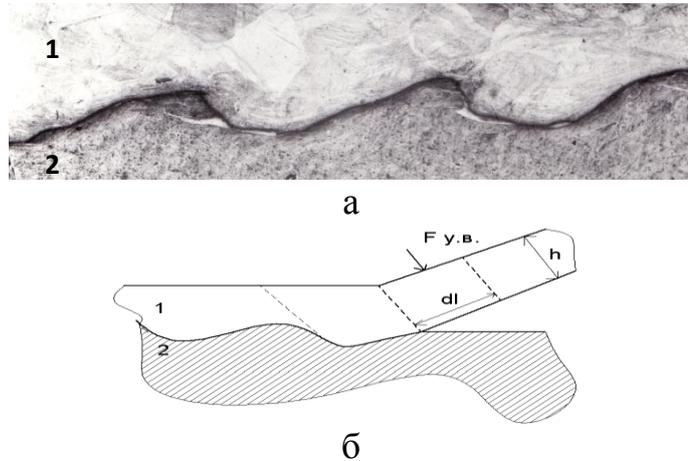


Рис. 2. Соединение при сварке взрывом

а – фотография при увеличении в 50 раз; б – схема ступенчатого процесса;
1 – медь; 2 – сталь.

Получим выражения для расчета длины сегмента dl . Используя теорему Карно, выразим энергию, которая теряется при абсолютно неупругом соударении двух тел. Из закона сохранения энергии:

$$Q = \Delta E + A,$$

считая, что работа, совершённая системой $A = 0$, а изменение кинетической энергии выражается как

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{(dm + M)u_{\text{общ.}}^2}{2} - \frac{dm \cdot u^2}{2} = \frac{M \cdot dm}{M + dm} \cdot \frac{u^2}{2},$$

где u – скорость метания пластины, M – масса основания, $u_{\text{общ.}}$ - скорость тел после соударения.

Используя полученные выше соотношения, получаем:

$$dm = \frac{2QM}{Mu^2 - 2Q},$$

$$dl = \frac{dm}{\rho \cdot h} = \frac{2QM}{\rho \cdot h \cdot (Mu^2 - 2Q)}$$

Данные зависимости устанавливают связь между параметрами минимального метаемого сегмента и характеристиками свариваемых материалов и выделяющейся в ходе соударения энергии Q . На основе

полученных формул можно прогнозировать, как будет выглядеть сварное соединение, а также, зная распределение температур, определять, какую структуру имеют материалы, прилегающие к соединению.

Используя экспериментальные данные, проверим выведенные формулы. Если считать, что скорость метания пластины $u=1500$ м/с, масса сегмента толщиной $a = 1$ см $dm = \rho \cdot dl \cdot h \cdot a = 8,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,144 \text{ см} \cdot 0,3 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} = 0,38532$, погонную массу соответствующего участка основания $M = \rho \cdot dl \cdot h \cdot a = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,144 \text{ см} \cdot 1,9 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} = 2,1341 \frac{\text{г}}{\text{см}}$ то энергия, выделившаяся при соударении:

$$Q = \frac{M \cdot dm}{M + dm} \cdot \frac{u^2}{2} \approx 367,207 \text{ кДж}$$

Полученная энергия распределяется между метаемой пластиной и основанием, вызывая нагрев прилегающих к поверхности областей. Рассмотрим задачу о теплопроводности пластины и основания, чтобы определить, какие температуры можно получить в области контакта.

Количество переданного тепла теплопроводностью через плоскую стенку можно рассчитать по уравнению

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{cm1} - t_{cm2}) \cdot F \cdot \tau,$$

где λ - коэффициент теплопроводности материала стенки, δ - толщина стенки, $t_{cm1} - t_{cm2}$ - разность температур поверхностей стенки, F - площадь поверхности стенки, τ - время. На рисунке 3 показана схема для решения задачи о теплопроводности стенки. Температура на внешних границах пластин считалась равной 25°C , коэффициенты теплопроводности меди и стали брались как $\lambda_{\text{меди}} = 380$ Вт/м*К, $\lambda_{\text{стали}} = 47$ Вт/м*К, площадь поверхности соприкосновения сегментов равна $0,144 \text{ см}^2$.

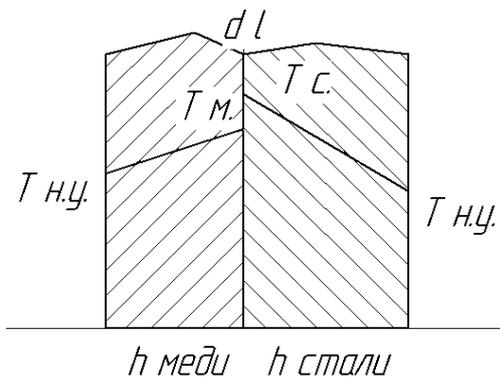


Рис. 3. Схема поверхности контакта

Для нашего случая: $T_{\text{меди}} = 2107$ К, $T_{\text{стали}} = 11750$ К. Данные значения получены для начального периода времени, без учёта оттока тепла вглубь материала.

В реальном процессе энергия распределяется между поверхностями меди и стали в зависимости от их теплопроводности и формы поверхности соприкосновения, однако приведенная выше оценка результата не противоречит действительности и подтверждает, что выведенные формулы можно использовать для прогнозирования вида сварного соединения.

Библиографический список:

1. Локтюшин В.А., Арисова В.Н. Некоторые физические процессы, протекающие при сварке взрывом двух металлических пластин //Известия Волгоградского государственного технического университета. 2007 год, выпуск №5, С 37-39
2. Гуськов А. В. Исследование влияния способа обработки на механические характеристики и микроструктуру материала марки М1 / А. В. Гуськов, Н. О. Драньков, К. Е. Милевский // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2012. – № 4(57). – С. 56–62
3. Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. – Новосибирск: Наука, 1981 г.
4. Букатников П.А., Гуськов А.В., Милевский К.Е., Оголихин В.М. Механизм упрочнения области контакта при сварке взрывом. – Наука. Промышленность. Оборона. Труды XV всероссийской научно-технической конференции, г. Новосибирск, 23-25 апреля 2014 г. – С. 117-120
5. Годунов, С. К. О влиянии вязкости материала на процесс образования струй при соударении металлических пластин / С. К. Годунов, А. А. Дерибас, В. И. Мали // Физика горения и взрыва. – 1975. – Т. 11. – № 1. – С. 3 – 18.
6. Структура и механические свойства многослойных материалов, сформированных по технологии сварки взрывом тонколистовых заготовок / А. А. Батаев, И. А. Батаев, В. И. Мали, А. Б. Карпов, М. А. Есиков, Н. А. Морева, Е. А. Приходько // Сборник тезисов докладов Международной конференции «XIII Харитоновские тематические научные чтения», Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 2011. – С. 320-323.

УДК 669.15-194.3

**К ВОПРОСУ О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ СТАЛИ
ГАДФИЛЬДА ПОСЛЕ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Гуськов А.В., Ломан В.А., Милевский К.Е.,
Loman_95@mail.ru

Сталь Гадфильда (110Г13Л) обладает исключительной восприимчивостью ко всем способам упрочнения, в том числе и к взрыву [1]. Первые исследования упрочнения этой стали были в начале 1950-х годов. В 1960 г. опубликовано исследование Хольцмана и Кована, где исследована ударно-волновая обработка стали Гадфильда.

Сталь 110Г13Л обладает следующими механическими свойствами: предел

прочности $\sigma_b = 800-900$ МПа; условный предел текучести $\sigma_T = 310-350$ МПа; относительное удлинение (пластичность) $\delta = 15-20$ %; относительное сужение $\psi = 50-30$ %; начальная твердость в исходном состоянии 200 НВ [2].

Упрочнения стали Гадфильда, можно осуществлять квазистатической нагрузкой и ударно-волновой нагрузкой. Упрочнение квазистатической нагрузкой осуществляется на глубину всего 2-5 мм, в то время как упрочнение взрывом возможно на глубину до 40 мм [3]. При действии квазистатической нагрузки происходит сильная деформация зёрен металла, которая пропорциональна величине упрочнения.

Целью работы является изучение влияние ударно-волнового нагружения на механические свойства упрочнённого слоя стали 110Г13Л.

- В качестве взрывчатого вещества использовалось пластическое вещество ЛВВ11-01. Использование пластического взрывчатого вещества обусловлено тем, что оно способно с высокой точностью копировать поверхность упрочняемого изделия.

- Образцами взяты технологические пробы (клиновидные бруски высотой 110 мм, длиной 210 мм, шириной при основании клина 55 мм, при вершине 16 мм).

Использовалась схема всестороннего сжатия, которая позволяет препятствовать развитию наплывов металла. При нагружении изменений в геометрии практически не происходит, что позволяет говорить о целостности образца и об упрочнении на большую глубину.

После проведения нагружения проводили замеры твердости материала по методу Роквеллу. Для каждой технологической пробы определяли среднее значение твердости по трём точкам для каждого выбранного расстояния от поверхности нагружения[4].

На рисунке 1 изображена схема раскроя образца, для исследования распределения твёрдости.

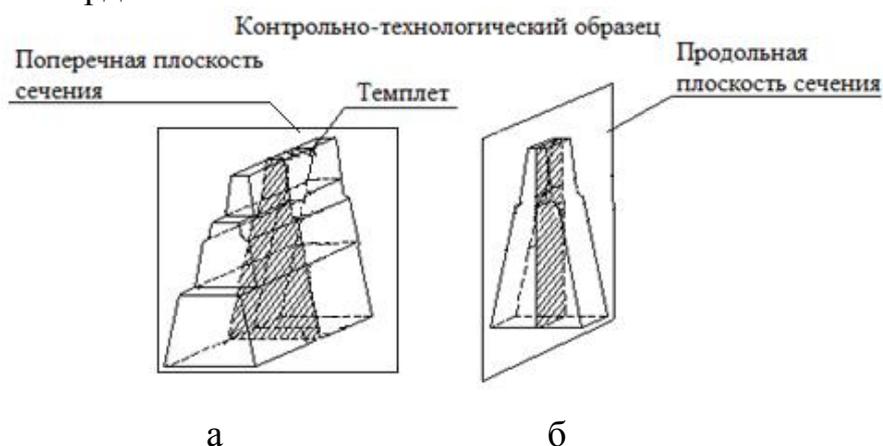


Рис. 1. Схема раскроя технологической пробы для подготовки образцов на металлографический анализ

Полученные зависимости твёрдости от шага изображены на рисунок 2.

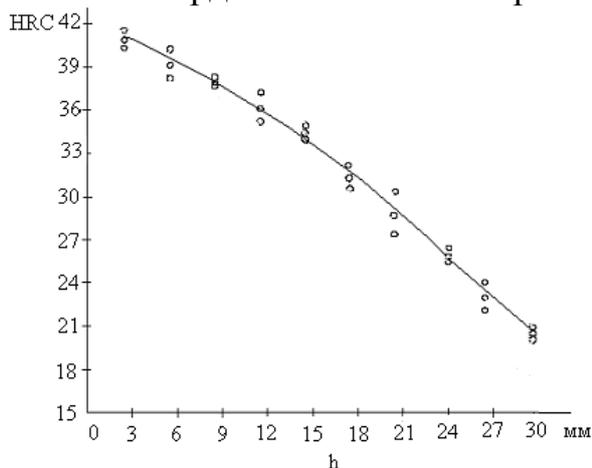


Рис. 2. Зависимость твердости образца от расстояния до поверхности. h – расстояние от поверхности

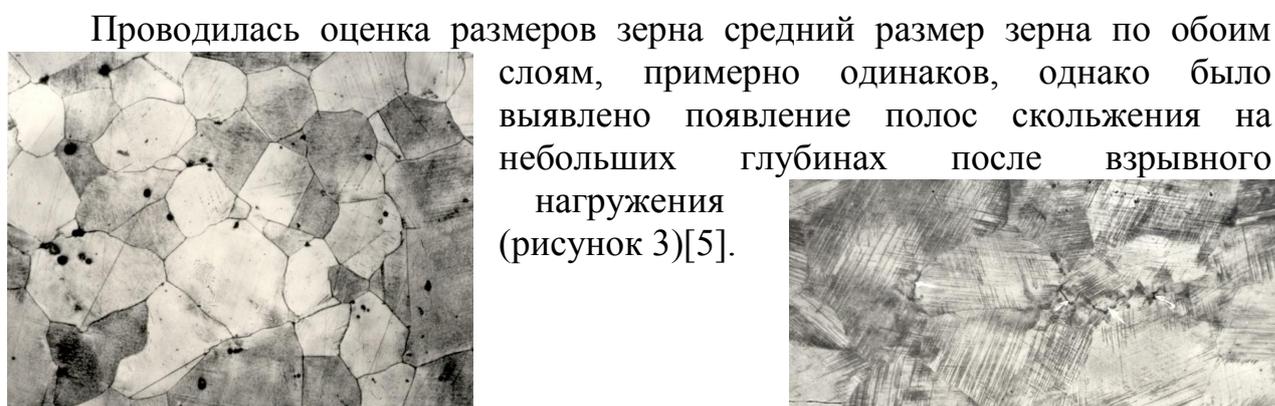


Рис. 3. Микроструктура стали 110Г13Л (x250). Образцы, упрочненные ударной волной, образованной взрывчатым веществом

толщиной 12 мм: а – до упрочнения, б – после взрывного упрочнения

Были также проведены испытания на растяжение[6]. От обработанных взрывом технологических проб отрезали слой толщиной 14 мм, из которого изготавливали цилиндрические образцы для испытания на растяжение по ГОСТ 1497-84. Растягивались образцы после нагружения, на установке Р-5.



Рис. 4. Удлинение образцов после нагружения

На рисунке 4 видно, что удлинение образцов происходит до пикового значения, которое имеет образец № 5, а потом удлинение уменьшается.

- Было проведено исследование образцов на изменение плотности по слоям [7]. Для определения плотности были предоставлены 9 образцов стали после деформации и 8 образцов до деформации.

- На графике, рисунок 5 видно, что плотность образцов возросла после взрывного нагружения. Так же видно, что у предъявленных образцов плотность уменьшается от первого образца к девятому.

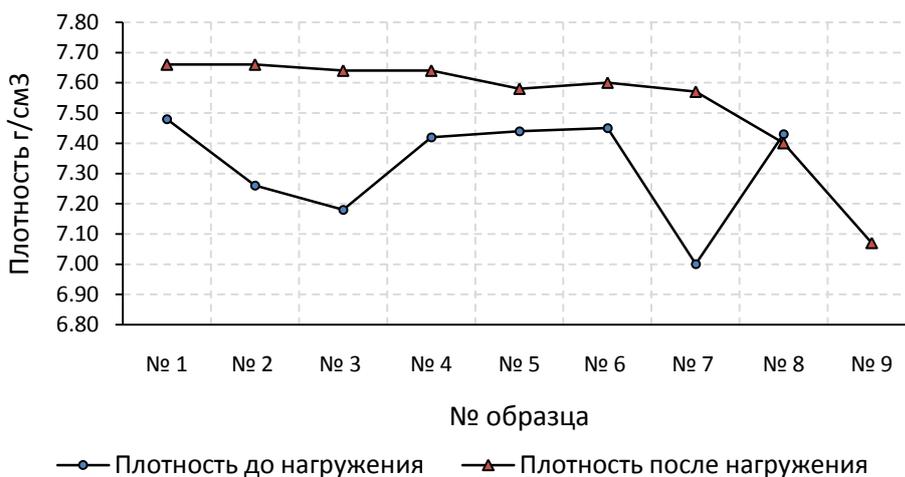


Рис. 5. Плотность образцов до и после нагружения

Опираясь на проведённые исследования физико-механических характеристик, в упрочнённом слое материала, можно выделить несколько подслоёв, с различными механическими свойствами.

Библиографический список:

1. Дерibas А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. – Новосибирск, 1972 г.
2. Лашко Н.Ф., Еремин Н.И. Фазовый состав и структура аустенитных сталей, М.:Машгиз,1957, 457 с

3. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Яковлев А. Г. Сравнительный анализ упрочнения стали Гадфильда статической и высокоскоростной нагрузкой // Наука. Промышленность. Оборона труды XV всероссийской научно-технической конференции (г. Новосибирск, 23-25 апреля 2014г.) – Новосибирск НГТУ, 2014 – с 207 – 210.

4. Тушинский Л.И., Гуськов А. В., Милевский К. Е., Петров А. Ф. Влияние высокоскоростной ударной волны на микроструктуру и механические свойства стали Гадфильда 110Г13Л // Научный вестник НГТУ. – 2006. – № 4(25) с 186 – 194.

5. Guskov A.V., Milevsky K.E., N. Y. Mihaylova Research of Gadfield steel structure after dynamic loading // 7th World conference on explosives & blasting – Moscow, Russia, 2013.

6. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Яковлев А. Г. Физико-механические свойства стали Гадфильда после ударно-волнового воздействия // Наука. Промышленность. Оборона труды XV всероссийской научно-технической конференции (г. Новосибирск, 23-25 апреля 2014г.) – Новосибирск НГТУ, 2014 – с 193 – 196.

7. ГОСТ 15139-69 Методы определения плотности (объемной массы) М.: Изд-во стандартов, 1981.

8. Гуськов А.В., Драньков Н.О., Милевский К.Е. исследование механических свойств стали гадфильда при высокоскоростном нагружении // Деформация и разрушение материалов – Москва – 2011. - № 3. – с. 39-41.

УДК 523.68

АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ СТОЛКНОВЕНИЯ С ОКОЛОЗЕМНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

*Гуськов А.В., Зимоглядова О.А., Кормушкин М.А., Милевский К.Е.,
Родионов А. И.
teormech@ngs.ru*

В атмосферу Земли каждые сутки, со скоростью 12-40 км/с входят метеоритные тела, общей массой 25-40 тонн. С ними атмосфера справляется без человеческого вмешательства. Космические тела диаметром от 10 метров могут привести к локальным повреждениям и разрушениям земной поверхности, а астероид диаметром от 1 км и выше, при попадании на Землю, может образовать весьма разрушительные ударные волны, которые приведут к глобальным катастрофам и гибели людей, и одновременно запылит слои атмосферы, что приведет к наступлению круглогодичной зимы с показателями температуры от -60 °С [1]. Для оценки опасности

столкновения используется Туринская шкала [2].

Актуальность выделенной проблемы доказывает Чебаркульский метеорит, упавший на земную поверхность 15 февраля 2013 года в районе города Челябинск. Анализ зафиксированных параметров при регистрации показал [3], что размер диаметра астероида составил около 17 м, с массой тела от 7 до 12 тыс. тонн. Разрушение метеорита состояло из последовательности физических процессов: яркая световая вспышка; ударная волна и звуковая волна. Суммарное количество высвободившейся энергии, по оценкам национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства, составило около 440 килотонн в тротиловом эквиваленте и это самое большое из известных небесных тел, падавших на Землю после Тунгусского метеорита в 1908 году [4].

Согласно исследованию Д. Льюиса [5], падения метеоритов повлекли за собой тысячи смертей за время истории человечества. Таблица 1.

Табл.1. Ущерб, нанесенный падением крупных метеоритов

Дата падения	Место падения	Ущерб
588 г.	Китай	10 погибших, разрушены осадные башни
1021 г.	Африка	Погибли люди
1321 г.	Китай	Погибли люди и животные, разрушены дома
3.02.1490 г.	Китай, Шанси	10 тыс. погибших
14.09.1511 г.	Италия, Кремона	Погибли монах, птицы, овца
1639 г.	Китай	Погибло несколько десятков человек, 10 домов разрушены
1646 г.	Индийский океан	Два моряка погибли на борту корабля
1650 г.	Италия, Милан	Погиб монах
16.01.1825 г.	Индия, Орьянг	Погиб мужчина, ранена женщина
30.06.1874 г.	Китай, Мин Тун Ли	Погиб ребенок, разрушено здание
14.01.1879 г.	США, Индиана, Ньютон	Погиб мужчина
31.01.1879 г.	Франция, ДанЛепольер	Погиб крестьянин
05.09.1907 г.	Китай, Вен Ли	Погибла семья
08.12.1929 г.	Югославия, Звезван	Метеорит упал во время свадьбы, один человек погиб

Одной из важных задач является предотвращение угрозы встречи, по сравнению с Челябинским метеоритом, опасных космических объектов, способных вызвать региональные, или даже глобальные катастрофы.

Для того чтобы решить выделенную задачу, необходимо: 1) обнаружить объект: определить его параметры, траекторию и время столкновения с Землей; 2) выбрать способ устранения; 3) Обеспечение ликвидации опасного объекта.

Если метеорит был обнаружен поздно, то есть отсутствует возможность ликвидировать потенциальную угрозу, и предотвратить катастрофу невозможно, необходимо рассчитать точное время и место приземления объекта и предпринять меры для защиты людей.

Существует ряд способов обнаружения потенциально опасных космических объектов (ОКО). Это наземные телескопы, в космосе это оптические, рентгеновские и радиотелескопы. Но в основном они рассчитаны на изучение вселенной, движения планет и звезд, поэтому есть вероятность пропустить потенциальную угрозу.

Все существующие средства устранения ОКО направлены на два варианта [6]:

- изменения траектории ОКО с обеспечением гарантированного пролета мимо Земли;
- дробление или иное разрушение объекта.

Самое благоприятное решение это, естественно, изменение траектории ОКО, так как при дроблении или разрушении объекта, образуется множество мелких фрагментов разрушенного тела, которые могут быть притянуты гравитацией Земли и оставаться на ее орбите долгое время, что приведет к рискам при космических полетах.

Например разработан метод разрушения космического мусора, который позволит разрушать небольшие фрагменты космического мусора [7]. Другой способ воздействия на крупные космические объекты, основан на изменении траектории столкновения без разрушения опасного космического объекта или сведения его разрушения к минимуму, при заблаговременном обнаружении угрозы. Данный метод позволит свести опасный объект с траектории столкновения с Землей, не уничтожая его, и даже при необходимости управлять направлением движения объекта [8].

Таким образом, человечество обладает технологиями для создания системы защиты и противодействия опасным космическим объектам. Эти технологии позволяют обнаруживать и исследовать объекты, представляющие опасность для Земли, а так же отклонять от опасной траектории к Земле или же разрушать их. Необходимо развитие систем раннего обнаружения опасных космических объектов, а так же усовершенствование методов предотвращения столкновения, для сохранения Земли.

Библиографический список:

1. Е.И. Куликов. Как следует относиться к космической угрозе. // Научный журнал «Большая Медведица» №1, 2000. С. 33.
2. Свободная пресса [электронный ресурс] / статья: Удар из космоса / авт. Гомзикова С., Словецкий В.,Ивашенко С., Иванов А. 17.02.2013 г. URL: [http](http://)(дата обращения: 08.04.2015 г.)

3. Morrison D. Impacts and the Public: Communicating the Nature of the Impact Hazard / Chapman , C. R., Steel, D., Binzel R. P. // Cambridge University Press. 2004
4. Don Yeomans, Paul Chodas. Дополнительные подробности о крупном болиде над Россией 15 февраля 2013 года (англ.). НАСА/JPL Near-Earth Object Program Office (1 March 2013).
5. Lewis J.S. Rain of Iron and Ice. Reading, Mass.: Addison – Wesley, 1996.
6. Гуськов А.В., Ломан В.А., Милевский Е.К. Методы защиты Земли от опасных космических объектов // Международная молодежная научная конференция «Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики 2014». 2014. С. 112-113.
7. Пат. 14068 Российская Федерация, МКП В64G 99/00 Устройство для разрушения фрагментов космического мусора / Гуськов А.В., Милевский Е.К., Иноземцева К.О., Слесарева Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Федеральное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет». Опубл.01 .04.2014, бюл. №25.
8. Заявка 2014125239 Российская Федерация от 28.08.2014 на выдачу патента на предлагаемое изобретение. Способ разрушения фрагментов космического мусора; заявитель Гуськов А.В., Ломан В.А., Милевский Е.К.

УДК 536.4

ТЕПЛОПЕРЕНОС НА ПОВЕРХНОСТИ ФРИКЦИОННОГО КОНТАКТА ПАРЫ «ВЕДУЩИЙ ПОЯСОК – КАНАЛ СТВОЛА» В ПРОЦЕССЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО РАЗГОНА

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Гуськов А. В., Зезюлинский Я. С., Милевский К. Е., Неживых Е. О.

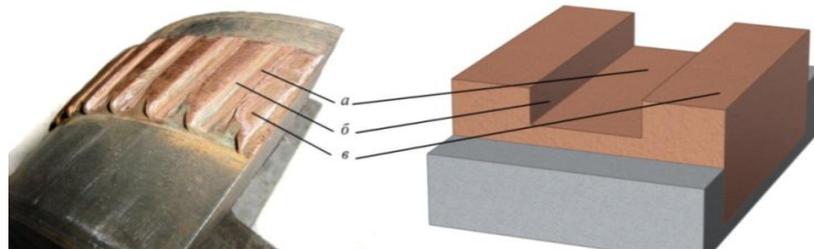
E-mail: stroncyi@yandex.ru

Трение в канале артиллерийской установки (АУ) при скоростях скольжения снаряда (С) 500 – 700 м/с является недостаточно изученным. Отличительной особенностью работы системы «канал АУ – С» является интенсивная пластическая деформация в процессе формирования ведущего пояска (ВП), который обеспечивает герметизацию при высокоскоростном движении С по профильной поверхности АУ [1]. В общем случае ВП представляет собой кольцо из меди М1, закрепленное механическим способом на снаряде. Основная проблема связана с повышением работоспособности ВП при значительном увеличении параметров взаимодействия АУ с С. Известно [2, 3, 4, 5, 6], что при движении снаряда по каналу артиллерийской установки контактные температуры на поверхности

ВП достигают значительных величин, что приводит к плавлению приповерхностных слоев материала ведущего пояска. Закономерности изменения температуры в области контакта ВП по поверхности АУ можно установить с помощью математической модели теории температуры вспышки [7]:

$$T_{\max} = 2fp\left(\frac{BV}{\pi k\rho c}\right)^{1/2} \quad (1)$$

P – среднее контактное давление; k – теплопроводность; ρ – плотность; c – удельная теплоемкость; V – скорость скольжения ведущего пояска по каналу артиллерийской установки согласно [2]; B – характерный размер источника в направлении скольжения $B = 19 \cdot 10^{-3}$ м; f – коэффициент трения [4]. Выделено три участка поверхности контакта ВП (рис. 1): R_1 – сформирован полем нареза, R_2 – гранью нареза, R_3 – дном нареза.



Участки поверхности контакта с каналом АУ, сформированные: а) полем нареза (R_1); б) гранью нареза (R_2); в) дном нареза (R_3)

Рисунок 1 Фотография и модель С после высокоскоростного разгона

Для решения задачи теплопроводности [8, 9] выбрана область, представленная на рис. 2. Начало координат располагалось на пересечении оси симметрии выступа и поверхности сопряжения ВП с корпусом снаряда.

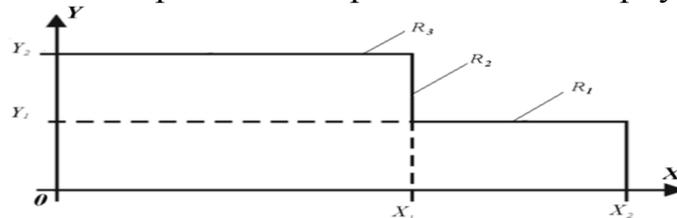


Рисунок 2 Область решения рассматриваемой задачи

Решена двумерная задача теплопроводности [7, 8]:

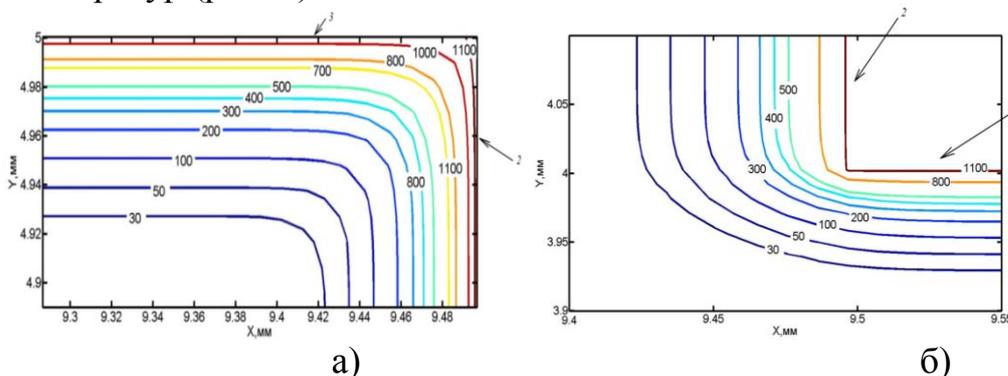
$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right),$$

где ρ – плотность материала ВП, кг/м³; λ – коэффициент теплопроводности материала ВП, Вт/(м·К); C_p – удельная теплоемкость, соответственно, материала ВП Дж/(кг·К); t – время, с;

Плотность материала М1: $\rho = 8920$ кг/м³; удельная теплопроводность: $\lambda = 387$ Вт/(м·град), удельная теплоемкость: $C_p = 390$ Дж/(кг·К). Начальные ($t = 0$) и граничные условия:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0, \text{ при } & \begin{cases} X = 0, 0 \leq Y \leq Y_2 \\ X = X_2, 0 \leq Y \leq Y_1 \end{cases} & \begin{cases} T = T_{R_1}(t) \text{ при } Y = Y_1, X_1 \leq X \leq X_2 \\ T = T_{R_2}(t) \text{ при } X = X_1, Y_1 \leq Y \leq Y_2 \end{cases} \\ \frac{\partial T}{\partial x} = 0, \text{ при } & Y = 0, 0 \leq X \leq X_2 & T = T_{R_3}(t) \text{ при } Y = Y_2, 0 \leq X \leq X_1 \end{aligned}$$

где: Y_1 – толщина медного ведущего пояска под полем нареза канала АУ; Y_2 – толщина медного ВП под дном нареза канала РУ; X_1 – половина ширины бокового нареза снаряда; X_2 – расстояние от середины выступа С до середины впадины; $R_1(X_1, Y_1; X_2, Y_1)$ – граница участка, сформированная полем нареза, $R_2(X_1, Y_2; X_1, Y_1)$ – граница участка, сформированная боковой гранью нареза, $R_3(0, Y_2; X_1, Y_2)$ – граница участка, сформированная дном нареза. Получены следующие распределения температур (рис. 3).



а) участков R_3 и R_2 ; б) участков R_1 и R_2 ; где 1, 2, 3 – границы участков R_1, R_2, R_3

Рисунок 3 - Распределение температуры в момент времени $t = 0,04$ с в приповерхностном слое ведущего пояска

Для исследования на практике влияния переноса тепла в материал ВП после полигонных испытаний отобраны корпуса снарядов калибром 122 мм. Из отобранных корпусов АС вырезались кольца с ведущими поясками из которых изготовлены шлифы для металлографических исследований. Анализ микроструктуры материала ВП позволил выделить три слоя:

а) слой, нагретый до температуры плавления и застывший во время полета АС. Характеризуется специфическим рельефом поверхность материала пояска. Зарегистрированы нарушения сплошности в виде сдвигов материала (рис. 4 а);

б) рекристаллизованный слой материала. Волокнистая структура сменяется полиэдрической с большим числом двойников отжига (рис. 4 б);

в) слой, не подвергшийся термическому воздействию (рис. 4 в).

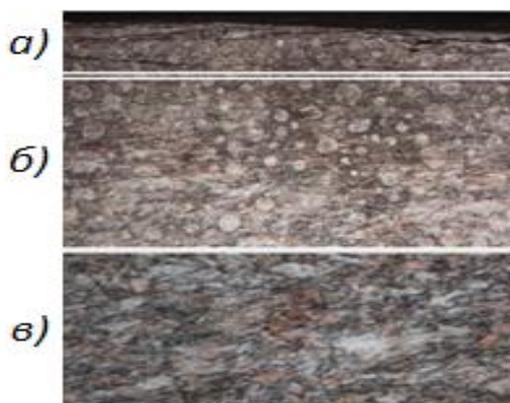


Рисунок 4 – Микроструктура медного ВП по слоям

По результатам проведенных экспериментов выделен физический процесс переноса приповерхностного слоя материала ведущего пояска. Во время выстрела при высокоскоростном движении снаряда под действием фрикционного контакта «КС – ВП – АС» происходит нагрев приповерхностного сильнодеформированного ($\varepsilon \geq 40\%$) слоя медного ведущего пояска до высоких ($T > 1000$ К) температур. В результате интенсивного теплового воздействия приповерхностный слой материала рекристаллизуется и частично переходит в расплавленное состояние, что и служит причиной переноса материала тонких приповерхностных слоев на поверхность канала ствола.

Библиографический список:

1. Гуськов, А. В. Анализ существующих конструкций ведущего пояска снарядов / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, Е. Ю. Слесарева // Вестник академии военных наук. – 2012. – № 2 (39) – С. 152 – 158.
2. Балакин, В. А. Трение и износ при высоких скоростях скольжения / В. А. Балакин. – Москва : Машиностроение, 1980. – 136 с.
3. Montgomery, R. S. Surface Melting of Rotating Bands / R. S. Montgomery // Wear. – 1976. – Vol. 38. – pp 235 – 243.
4. Эттлс, С. М. Влияние тепловых эффектов на трение при высоких скоростях скольжения / С. М. Эттлс // Проблемы трения. – 1986. – № 1. – С. 71 – 78.
5. Гуськов, А. В. Исследование процесса движения ведущего пояска артиллерийского снаряда в тепловой машине / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, Е. Ю. Слесарева // Известия высших учебных заведений. Физика – 2013. – Т. 56, № 6/3. – С. 14 – 16.
6. Гуськов А.В. Распределение температуры в материале ведущего пояска при функционировании / Н.Н. Горелова, А.В. Гуськов, К.Е. Милевский, А.О. Сильченко // Труды XIV всероссийской научно-технической конференции «Наука Промышленность Оборона». – 2013. – С. 123 – 127.
7. Blok, H. Theoretical study of temperature rise at surfaces of actual contact under oiliness lubricating conditions / H. Blok // Proc. Inst. Mech. Eng. – 1937. – № 2. – pp 222 – 235.
8. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
9. Юдаев, Б. Н. Теплопередача / Б. Н. Юдаев. – Москва : Высшая школа, 1973 г. – 359 с.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСАМ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ БРОНЕТЕХНИКИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Гуськов А.В., Долматов А.С., Корнаков Е.А., Милевский К.Е., Родионов А.И.
horvafu@yandex.ru

В связи с развитием комплексов активной защиты передовых стран мира, встает вопрос об эффективном уничтожении целей, имеющие данный тип защиты. Анализируя новейшие КАЗ, такие как “Арена” (Россия) [1], “Заслон” (Украина)[2], “АМАРАДС” (Германия)[3], “IronFist”[4] и “Trophy” [5](Израиль), “QuickKill” (США)[6], установилось, что методика их работы аналогична. Принцип работ подобных КАЗ заключается в том, что РЛС (аналогичная система) непрерывно обнаруживает подлетающие к нему снаряды (ПТУР или гранаты), передает данные ЭВМ, которая просчитывает траекторию и отстреливает в сторону снаряда защитный боеприпас, который создает осколочное поле и ударную волну. Воздействие ударной волны на взрыватель снаряда (ПТУР или гранаты), оказывает ее преждевременное срабатывание, тем самым уничтожая его до поражения цели. В наиболее перспективных КАЗ, зона защиты составляет 360 градусов по горизонтали и 180 по вертикали (рис. 1) [7], с возможностью работы по обстреливаемому сектору несколько раз, в этом случае мертвые зоны такой защиты отсутствуют до полного истощения комплекта защитных боеприпасов.

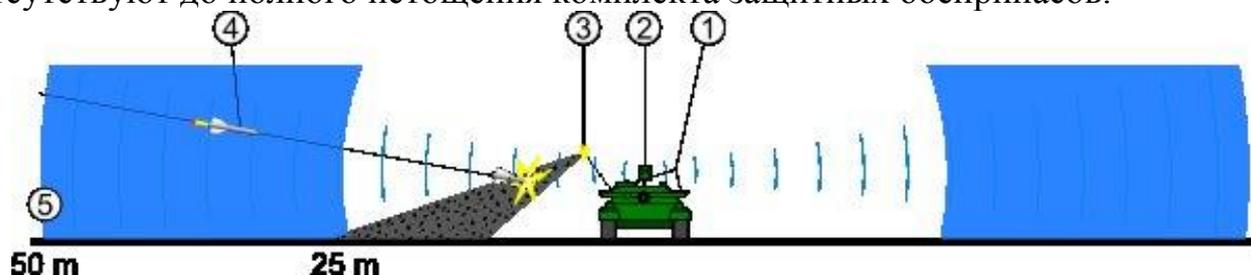


Рис. 1 Схема работы КАЗ “Арена”:

1. Защитные бункеры
2. Радар
3. Защитные осколки
4. Противотанковая ракета
5. Фаза отслеживания

В связи с разработками подобных комплексов встает проблема создания вооружений, способных противодействовать КАЗ.

Примером создания подобного вооружения является изделие российского Научно-производственного объединения “Базальт” – РПГ-30 [8]. РПГ-30 «Крюк» - [реактивная граната](#), калибра 105 миллиметров. Конструктивно РПГ-30 представляет собой две параллельные трубы, в которых находятся реактивные снаряды.

В большей по диаметру трубе размещена основная тандемная кумулятивная реактивная противотанковая граната ПГ-30 калибра 105 мм.

В меньшей по диаметру трубе расположен реактивный снаряд-имитатор цели. Снаряд имеет идентичные с основной гранатой траекторию и радиолокационную сигнатуру и классифицируется комплексами активной защиты, как атакующая танк реактивная граната, вызывая их срабатывание.

Защитный боеприпас комплекса активной защиты направленным полем осколков или взрывной волной уничтожает имитатор цели. Так как все КАЗ разрабатываются на основании требований минимизации сторонних разрушений, дабы не повредить свою технику или пехоту, то область поражения у них относительно мала и не способна поразить идущую следом основную боевую часть (рис. 2) [9].

Для повторного поражения средства нападения на той же траектории комплексу активной защиты требуется перезарядка или перенацеливание защитных боеприпасов. По этой причине на одном направлении ни один из современных и разрабатываемых комплексов активной защиты не может повторно поразить угрозу менее чем через 0,2 — 0,4 секунды после первой атаки.

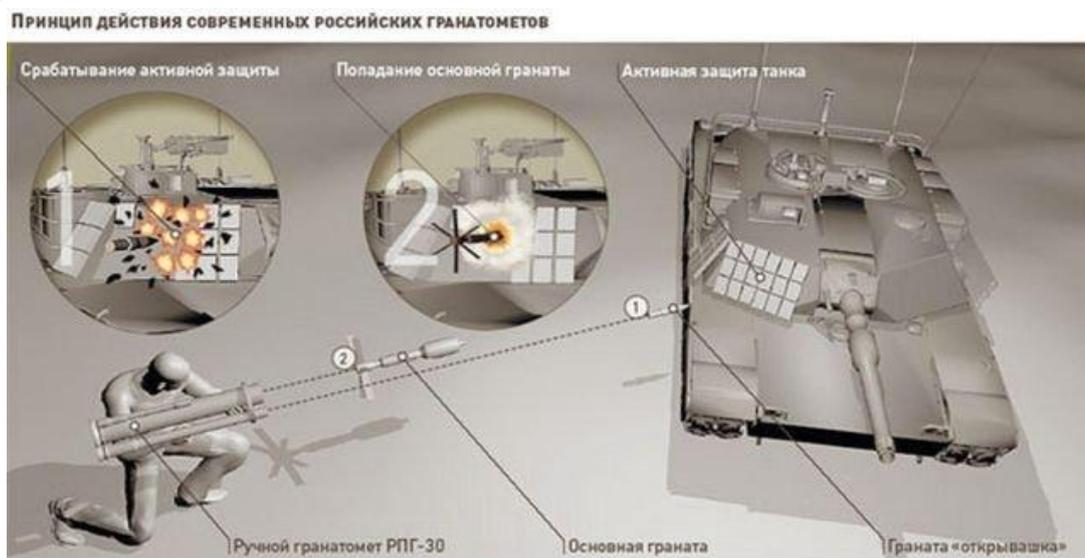


Рис. 2 Схема воздействия на КАЗ РПГ-30.

В будущем усовершенствование КАЗ позволит бороться с ложными целями, и данный вид вооружения будет неэффективен. В связи с этим предлагается концептуально другой подход. Вместо введения ложной цели, как в РПГ-30, предлагается создать боеприпас, который будет обладать вариантом поражения цели ударным ядром [10]. Ударное ядро движется со скоростью $V = 2,0 \dots 2,5 \text{ км}\backslash\text{с}$ и обладает пробитием $(0,5..1,1)d_3$ (где d_3 – диаметр заряда), что достаточно для пробития слабозащищенных мест танка. Установлено, что воздействовать на ударное ядро осколочным полем бесперспективно.

Основной идеей нового боеприпаса заключается в том, что помимо кумулятивного заряда имеется наличие “дополнительного взрывателя”. Суть “дополнительного взрывателя” заключается в том, что при стрельбе в цель, оснащенную КАЗ, за счет ударной волны от защитного боеприпаса КАЗ, происходит срабатывание “дополнительного взрывателя”, который в свою

очередь увеличивает угол металлической облицовки, тем самым “переключая” кумулятивный заряд из работы на кумулятивную струю в формирование ударного ядра. Важно отметить, что под “дополнительным взрывателем” подразумевается концепция, по которой происходит увеличение угла облицовки (как вариант воплощения см. патент на полезную модель №145068). При отсутствии КАЗ, боеприпас не “переключается” в режим ударного ядра и сохраняет пробивные качества кумулятивного боеприпаса.

Боеприпас можно выполнить в качестве реактивной гранаты (подобной РПГ-29), тем самым повысив в разы эффективность пехоты в условиях городского боя. Возможен и вариант и в качестве ПТУР, с учетом того, что во многих КАЗ, к примеру “IronFist”, используется и электронные системы защиты, в версии ПТУР разумно ввести срабатывание “дополнительного взрывателя” при отказе электроники и/или при отклонении от первоначальной траектории.

В отличие от РПГ-30, которая “обманывает” КАЗ, мы предлагаем использовать ударную волну от КАЗ, чтобы гарантировано поразить цель, невзирая на степень развития КАЗ.

Библиографический список:

1. Арена. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 1.04.2015).
2. Техника и вооружение. №2.2015. – Москва: изд-во Техинформ, 2015. - С.18-21.
3. АМАРАДС. URL: <http://topwar.ru/> (дата обращения: 1.04.2015).
4. IronFist. URL: <http://www.gd-ots.com/> (дата обращения: 1.04.2015).
5. Комплекс активной защиты Trophy . URL: <http://topwar.ru/> (дата обращения: 1.04.2015).
6. Quickkill. URL: <http://defense-update.com/> (дата обращения: 1.04.2015).
7. Схема работы КАЗ “Арена”. Автор: MesserWoland. URL: (дата обращения: 1.04.2015).
8. РПГ-30. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 1.04.2015).
9. Схема работы РПГ-30. URL: <http://www.borshec.ru/> (дата обращения: 1.04.2015).
10. Селиванов В.В. Средства поражения и боеприпасы. – Москва: изд-во МГТУ им. Баумана, 2008. - С.441-444.

УДК 629.7.048

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОТНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Дагаева А.Б.

tff_nstu@rambler.ru

Актуальной задачей в области безопасности космических полетов является разработка средств защиты, направленных на компенсацию гиподинамии в условиях длительной невесомости. В настоящее время существенно расширились границы физического состояния космонавтов, допускаемых к полетам в космос. Наряду с широкими возрастными рамками, можно выделить и три характерные группы по типу двигательной активности: специалисты-операторы, бортинженеры, тренированные космонавты (например, военные летчики). Пониженная двигательная активность ухудшает состояние не только мышечной системы в виде атрофических изменений двигательного аппарата, но и сердечно-сосудистой, а также многих других систем организма.

Наиболее эффективным способом нейтрализации негативного воздействия данных факторов являются тренажеры, формирующие заданную физическую нагрузку. Особое значение при этом имеют индивидуальные особенности организма для различных возрастов, пола, а также состояния организма: типа конституции, вида двигательной активности, веса. Очень важно при решении задачи компенсации гиподинамии и невесомости подобрать величину физической нагрузки на конкретные группы мышц.

Цель настоящей работы – исследование влияния типа двигательной активности человека, вида и величины физической нагрузки на различные группы мышц при разработке средств борьбы с гиподинамией в условиях невесомости. Особое внимание посвящено оценке степени эффективности средств компенсации отдельно для мужского и женского организма.

В работе выполнен комплекс модельных исследований влияния различных типов двигательной активности, видов и интенсивности физической нагрузки на работу кровеносной системы для мужского и женского организма в условиях длительной невесомости. Так же проведена оценка эффективности различных типов тренажеров (велосипед и беговая дорожка, эллиптический тренажёр, гребля, гиперэкстензия и др.).

Процесс адаптации человека к невесомости более легок и достигается меньшей «физиологической ценой», чем реадаптация к земной силе тяжести после длительного пребывания на околоземной орбите. Возникающие у космонавтов во время восстановительного периода срочные и долговременные приспособительные реакции направлены на возвращение к предполетному уровню функционирования жизненно важных систем.

Отдельное исследование посвящено анализу способов реабилитации космонавтов после длительных полетов.

Библиографический список:

1. Чичиндаев А. В. Исследование воздействия эффекта вращения крови на гемодинамические параметры кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2006. – № 7. – С. 38–42.
2. Чичиндаев А. В. Численное моделирование кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева, В. В. Толстошеева // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2006. – № 11. – С. 35–46.
3. Чичиндаев А. В. Оценка эффективности тренажеров для компенсации гиподинамии в условиях длительной невесомости / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2006. – № 12. – С. 9–19.
4. Чичиндаев А. В. Исследование воздействия невесомости и гиподинамии на работу кровеносной системы человека / А. В. Чичиндаев, И. В. Фомичева // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2007. – № 4. – С. 33–42.

УДК 646.4.43

ФОРМА ОДЕЖДЫ СОВЕТСКОЙ АРМИИ 1941-1945ГГ.

Бердский политехнический колледж, г. Бердск

Денисова А.А., Тувышева Н.В.

Den1n@mail.ru

В год 70-летия победы в Великой Отечественной войне, мы коснёмся рассмотрения вопроса по форме одежды нашей армии. В советской армии форм одежды было много. И рассмотрение её займёт очень много времени.

Воздействие внешнего вида военнослужащего на психику противостоящей стороны всегда имело очень большое значение.

Согласно нормам, обмундирование, которое предстояло накопить к началу мобилизационного развертывания армии, слагалось из: пилотки цвета хаки (зимой — шапка-ушанка образца 1940 г. до 40 г. да и зимой 41 г. в связи с нехваткой шапок-ушанок, часто солдаты красной армии были обмундированы в будёновку), гимнастерки с шароварами цвета хаки (рядовому составу зимой и летом — гимнастерка только хлопчатобумажная) и однобортной темно-серой шинели с застежкой на крючках.[1]

На зимний период, кроме того, были предусмотрены: полушубок или ватная куртка с телогрейкой (начсоставу — меховой жилет), ватные шаровары, меховые рукавицы и валенки. А основании принятых норм в

секретном режиме велась подготовка подробного положения о снабжении вещевым имуществом армии, ведущей боевые действия.

Командир дивизии униформа из материалов высшего качества и пошива. На фуражке круговая кокарда введена для генералов в 1940 году. Алые лампасы, обшлага рукавов кителя с кантами, цветные петлицы. Поясной ремень, введённый в 1935 г. кобура для пистолета Коровина ТК (Тульский Коровин).

Наиболее организованы, обучены и оснащены, подчинены Народному комитету внутренних дел (НКВД). Пограничных войска наиболее отличились в боях на первом этапе войны. Отличительной особенностью их формы, была фуражка. с ярко-зеленой тульёй и темно-синий околышем, с красными кантами. Пистолет-пулемет ППШ-41, доступен только в отборных войсках. Запасной магазин, в брезентовой полукруглой сумке на поясе. Алюминиевая фляжка (хотя чаще использовалась стеклянная), бинокль, фонарик и противогаз.

1 августа 1941 г. по телеграфу был распространен приказ, предписывающий отменить ношение нарукавных знаков для всего начсостава, находящегося на театре военных действий и в маршевых частях, установить всем родам войск действующей армии ношение петлиц защитного цвета с защитными знаками различия, а также выдавать на фронте генералам защитные гимнастерку и шаровары без лампасов. К концу августа 1941 г. защитные петлицы и знаки различия были разосланы фронтам.

3 августа 1941 г. была установлена новая женская форма (для нестроевого начсостава): берет цвета хаки, платье и пальто. Платье покроя образца 1937 г. из хлопчатобумажной ткани, позже появилось аналогичное платье и из шерстяной ткани. Для женщин, занимающих командно-строевые должности, были сохранены гимнастерка, юбка и шинель. 11 августа 1941 г. секретным приказом была прекращена выдача нового вещевого имущества личному составу тыловых частей и учреждений Красной армии. Все свободное новое обмундирование к 25 августа следовало передать на обеспечение частей, убывающих на фронт.[1]

Пилотка заменила будёновку с конца 1930-х годов, хотя большинство офицеров предпочитают традиционные фуражки. Пилотка была удобней в полевых условиях. Отличное качество офицерской гимнастёрки, с алым кантом на воротнике и манжетах. Приказ от 1 августа 1941 отменил шевроны на рукавах. 3 августа 1941 года объявлено, звезды и кнопки будут окрашиваться в оливково-зеленые цвета(хаки), которые используются должны были быть окрашены. На практике, особенно учитывая хаос в условиях лета и осени 1941 года. это не всегда выполнялось. Маузер в своем деревянном прикладе / кобуре, на фото не к месту. Но был популярным оружием среди военных. Бинокль модель 1931 года.



Рис. 1. Форма до принятия приказа

Стальной шлем модель 1936 года, с расширяющимися краями и небольшой гребень сверху. Гимнастёрка и брюки стандартны, характерные ромбовидные наколенники в коленях брюк, для более износостойкости. Петлицы воротника должны были с апреля 1941 года приглушенными в военно-полевых условиях, цвета хаки. Но старых фото видно, что они часто сохраняются вплоть до введения погон в 1943 году. Солдат носит обмотки, - которые были самых разных цветов, делались из всех видов изношенной формы и ботинки.

Несколько миллионов пар ботинок были поставлены США по ленд-лизу СССР. Вооружён винтовкой Мосина (она же трёхлинейка) модели 1938 г, кожаные подсумки для боеприпасов, брезентовая сумка для двух ручных гранат РГД-33 и противогаз. На начало войны в Красной Армии 13 кавалерийских дивизий, хотя они значительно уменьшены в связи с взятием курса на механизацию армии с конца 1930-х годов. В августе 1941 г сокращена численность кавдивизии до 3000 человек - по сути, бригады, - но количество дивизий была увеличено, достигнув 82 к концу 1941 года.

И только в 1943 г приказ от 15 января народного комиссара обороны И. Сталина № 25 "О введении новых знаков различия и изменениях в форме одежды Красной Армии" ввёл новые знаки различия, Военной форме советской красной армии 1943-1945 г, а вот и сам приказ о изменениях. [2, 3]

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Установить ношение погон: **ПОЛЕВЫХ** - военнослужащими в Действующей Армии и личным составом частей, подготавливаемых для отправки на фронт, **ПОВСЕДНЕВНЫХ** - военнослужащими остальных частей и учреждений Красной Армии, а также при ношении парадной формы одежды.

2. Всему составу Красной Армии перейти на новые знаки различия - погоны в период с 1 по 15 февраля 1943 года.
3. Внести изменения в форму одежды личного состава Красной Армии согласно описанию.
4. Ввести в действие "Правила ношения формы одежды личным составом Красной Армии".
5. Разрешить донашивание существующей формы одежды с новыми знаками различия впредь до очередной выдачи обмундирования, согласно действующим срокам и нормам снабжения.
6. Командирам частей и начальникам гарнизонов строго следить за соблюдением формы одежды и правильным ношением новых знаков различия.

Народный Комиссар Обороны И. СТАЛИН.



Рис. 2. Форма после принятия приказа

Библиографический список:

1. Д. Захаров "Цена победы": Символика и форма Советской армии.
2. Приказ Народного Комиссара обороны СССР «О введении новых знаков различия и об изменении в форме одежды Красной Армии» № 25 от 15.01.1943 года.
3. *Сталин И.В.* Сочинения. – Т. 18. – Тверь: Информационно-издательский центр «Союз», 2006. С. 315.

ЛАЗЕРНАЯ МАРКИРОВКА ЛИМБА НА ДЕТАЛИ «ГИЛЬЗА» ИЗ БРАЖ9-4

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Демешко П.В.

petr-demeshko@mail.ru

В статье рассмотрены возможности использования современной технологии – лазерной маркировки для оформления лимба на детали «гильза». Произведен выбор технологического оборудования и осуществлена отработка технологических режимов.

Введение

В настоящее время в технологии изготовления деталей машин и инструментов широко используются современные методы, основанные на электрофизических процессах. Эти методы направлены на решение задач как механической обработки [1], упрочнения [2], так и маркировки [3] изделий.

Маркировка выполняет функции идентификатора и источника информации и представляет собой нанесение буквенной, символьной или графической информации на изделие, товар или упаковку.

Самыми распространенными методами маркировки металлических изделий, позволяющими достичь необходимых требований, являются механическая и лазерная гравировка. Под механической гравировкой понимают нанесение определенных элементов посредством вращающегося инструмента, например, фрезы малого диаметра. Инструмент при движении по поверхности изделия прорезает углубления для придания необходимой формы и нанесения рисунка или текста. Недостатками механической гравировки при нанесении точных элементов, на примере рисков, является необходимость использования дорогостоящего оборудования и современного программного обеспечения, но даже при наличии этого фактора, скорость нанесения сложного и качественного изображения крайне мала.

Лазерная маркировка основана на локальном удалении (испарении) металла за счет действия сфокусированного лазерного луча. Температура на поверхности маркируемого изделия достигает температуры испарения металла. Во многих случаях именно лазерная маркировка на поверхности изделия является оптимальной, как по соображениям технологичности (бесконтактность и быстрота процесса маркировки, высокое качество изображения), так и ввиду привлекательности ее восприятия. В связи с повышением требований к качеству изделий, идентификации и учету деталей, как в процессе производства, так и в период их использования, лазерный способ маркировки в промышленности все чаще вытесняет традиционные методы, такие как ручное клеймение, механическая штамповка, химическое травление. Для нанесения маркировки на конические и цилиндрические поверхности необходимо использовать дополнительные перемещения.

Эта проблема устраняется посредством применения ротационного модуля, изображенного на рис.1. Ротационный модуль позволяет выполнять поворот детали на заданный угол.

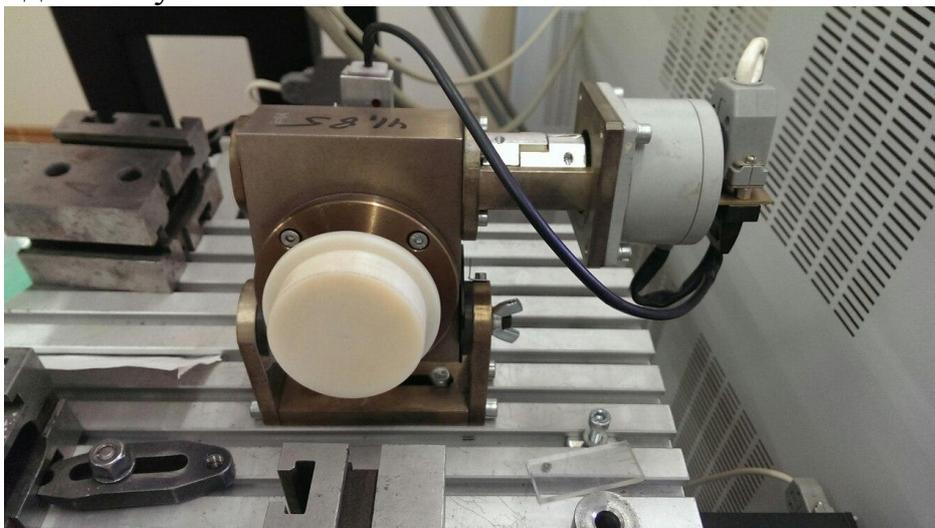


Рис.1. Ротационный модуль установки лазерной маркировки

Перспективность использования лазерного излучения для маркировки изделий, выполненных из различного рода металлических и неметаллических материалов отражена в работе [3].

В настоящей работе рассматривается возможность использования лазерной маркировки для формирования лимба на детали “гильза”, выполненной из бронзы БрАЖ9-4 ГОСТ18175-72. Чертеж детали изображен на рис.2. На чертеже детали представлены геометрические размеры рисок лимба.

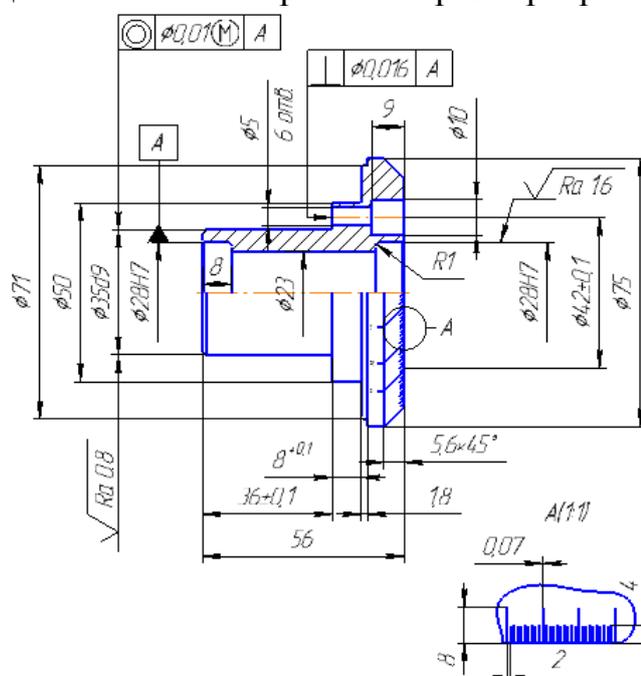


Рис.2. Чертеж детали “гильза”

Выбор оборудования и разработка технологической операции маркировки лимба.

Анализ технологии лазерной маркировки позволяет определить требования к состоянию обрабатываемой поверхности. Требования касаются микрогеометрии поверхности, состояние которой связано с процессами поглощения лазерного излучения. Данное обстоятельство определяет последовательность и содержание технологии механической обработки изделия в части обеспечения требуемой шероховатости, исключающей отражение лазерного излучения. Отмеченное условие обеспечивается при шероховатости поверхности равной $Ra=1.6$ мкм.

Для лазерной маркировки использовалась установка лазерной гравировки и маркировки МЛ2-1 с длиной волны излучения 1.06 мкм. Общий вид установки изображен на рис.3. К основным модулям установки относятся: лазер, кинематическая система, оптическая система, блоки питания, охлаждения и управления, опорный каркас, система управления, программное обеспечение.



Рис.3. Установка для лазерной маркировки и гравировки МЛ2-1

Технологическими режимами процесса являются мощность, скорость перемещения лазерного луча, количество проходов.

Отработка технологических режимов производилась на образцах, внешний вид которых при различном количестве проходов представлен на рис. 4 и рис.5.

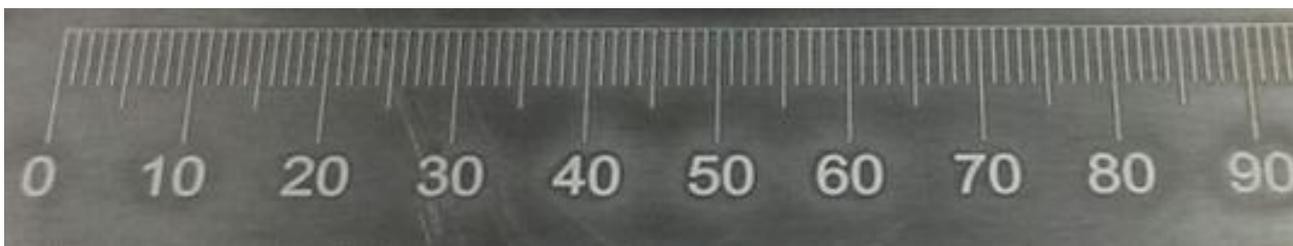


Рис. 4. Образец после гравировки (20 проходов)



Рис. 5. Образец после гравировки (2 прохода)

Исследования, направленные на оптимизацию числа проходов, показали, что наиболее оптимальным представляется число проходов в диапазоне от 4 до 6, поскольку минимальное число проходов (равное 2) не обеспечивает достаточной глубины рисунка, что при эксплуатации приведет к его истиранию.

Таким образом, на основании экспериментальных исследований установлены следующие режимы лазерной маркировки:

Средняя мощность излучения – 15 Вт;

Частота следования импульсов – 5 кГц;

Скорость перемещения лазерного луча – 300 мм/с;

Число проходов – 5.

Выводы

На основании представленных исследований выявлена целесообразность использования лазерной маркировки в технологическом процессе изготовления детали “Гильза”. Предлагаемые режимы обеспечивают технические требования, предъявляемые к детали в части формирования лимба.

Библиографический список:

1. Рахимянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимянов К.Х. Точность формообразования при электроалмазной прорезке пазов в аморфных и нанокристаллических сплавах // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2006. – №2. – С. 32-33.
2. Рахимянов Х.М., Семенова Ю.С. Моделирование процесса формирования регулярного микрорельефа при ультразвуковом пластическом деформировании // *Упрочняющие технологии и покрытия*. 2010. №2. С. 3-10.

3. Рахимьянов Х.М., Гаар Н.П., Белоусова Н.С., Журавлев А.И., Локтионов А.А. Маркировка медицинских керамических изделий для имплантирования // Инновации в машиностроении: труды 4-ой Международной научно-практической конференции г. Новосибирск, 2-4 октября 2013 / под ред. Х.М. Рахимьянова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – С.44-47.

УДК 681.3.06

ПЕРСПЕКТИВЫ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ, АВТОНОМНЫХ И ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ПК

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Демидов Д. Е., Литвиненко С.А., Читава А. Р.

dmdem99@gmail.com

На производстве, на испытательном полигоне, в домашних условиях удобно управлять компьютером дистанционно, например, пультом. Устройство такого рода было реализовано еще в далеких 80х годах прошлого века создателями сети Usenet (прародитель сети интернет). Устройство, собранное на базе микроконтроллера, подключалось к СОМ порту компьютера, позднее к порту USB и с помощью ИК светодиода принимало сигналы от телевизионного пульта. Пример последней версии аппаратной части устройства приведен на рис. 1. Микроконтроллер преобразует сигналы в команды, понятные компьютеру, чтобы можно было дистанционно управлять работой компьютера. При этом набор сервисов, естественно, достаточно ограничен. В 2003 году поддержка проекта закончилась [1].



Рис. 1. Аппаратная часть пульта для компьютера

С развитием беспроводных технологий на смену ИК пульту пришли радиоканальные мыши и клавиатуры. В отличие от пульта, клавиатура и мышь не требуют специального программного обеспечения для работы, поскольку их функционирование заложено на уровне операционной системы а приемно-передающий модуль уменьшился до минимально возможных размеров и входит в комплект поставки [2].

Развитие микроконтроллерной и микропроцессорной техники, к счастью, не стало уделом избранных и профессиональных инженеров и программистов, а шагнуло в массы и любой желающий может поучаствовать в процессе разработки интеллектуальных беспроводных систем примером тому является проект Arduino.

Arduino вырос из крупной проблемы - как научить студентов быстро создавать электронные устройства. В 2002 году IDI (InteractionDesignInstituteIvrea, институт проектирования взаимодействий города Ивреа, освоил новые способы разработки интерактивного проекта - новой области, известной как физические вычисления [3]. Arduino - это электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов. Платформа пользуется популярностью благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов. Arduino позволяет компьютеру выйти за рамки виртуального мира в физический и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами [4].

Разработки на базе Arduino: алкотестеры, светодиодные кубы, системы домашней автоматизации, дисплеи отображения Twitter-сообщений и даже наборы для анализа ДНК! Уже появились целые клубы и сообщества любителей Arduino. Google недавно выпустил основанный на Arduino комплект разработчика для своего смартфона на базе Android. По мнению Дэйла Доэрти (DaleDougherty), редактор и издатель журнала "Make", библии любителей самоделок, Arduino стал "мозгами создателей проектов" [3].

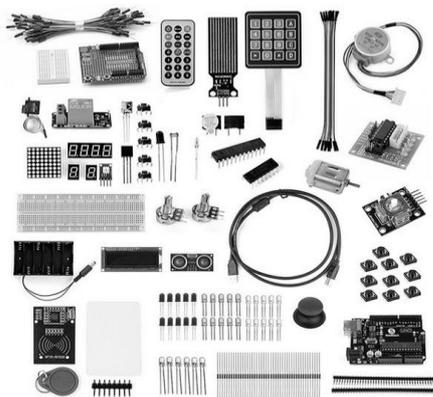


Рис. 2. Стартовый комплект Arduino из 49 компонентов

Комплекты разработчика устройств на базе Arduino доступны по цене и обладают широкими возможностями, один из примеров комплекта поставки приведен на рис. 2 [5].

Выводы: управление с помощью компьютера внешними устройствами по-прежнему актуально и развивается, средства дистанционного управления компьютером и автономные интеллектуальные устройства представляют значительный интерес для учебного процесса, позволяют овладеть основами автоматике и робототехники. С точки зрения микроминиатюризации автономных информационных систем в широком доступе появляются устройства малых размеров в достаточном функционале.

Для применения в профессиональной сфере можно рекомендовать узкоспециализированные системы в микроминиатюрном исполнении, что обеспечит выполнение требований по габаритно-массовым характеристикам бортовой аппаратуры.

Библиографический список:

1. <http://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=52395>
2. <http://www.logitech.com/ru-ru/product/keyboard-k360>
3. http://arduino-ua.com/art2-arduino_istoriya_sozdaniya
4. <http://www.arduino.ru/>
5. <http://ru.aliexpress.com/item/2015-UNO-R3-Starter-Kit-LCD1602-Servo-Motor-Breadboard-For-Arduino-Technical-Support/32270580123.html>

УДК 629.7.022

СБОРКА БОРТОВОЙ НЕРВЮРЫ КРЫЛА СВЕРХЗВУКОВОГО САМОЛЕТА

Новосибирского государственного технического университета, г.
Новосибирск

*Демченко Д.А.
dda91mail.@mail.ru*

Объектом данной работы является процесс сборки «бортовой нервюры крыла» сверхзвукового самолета (рис.1).

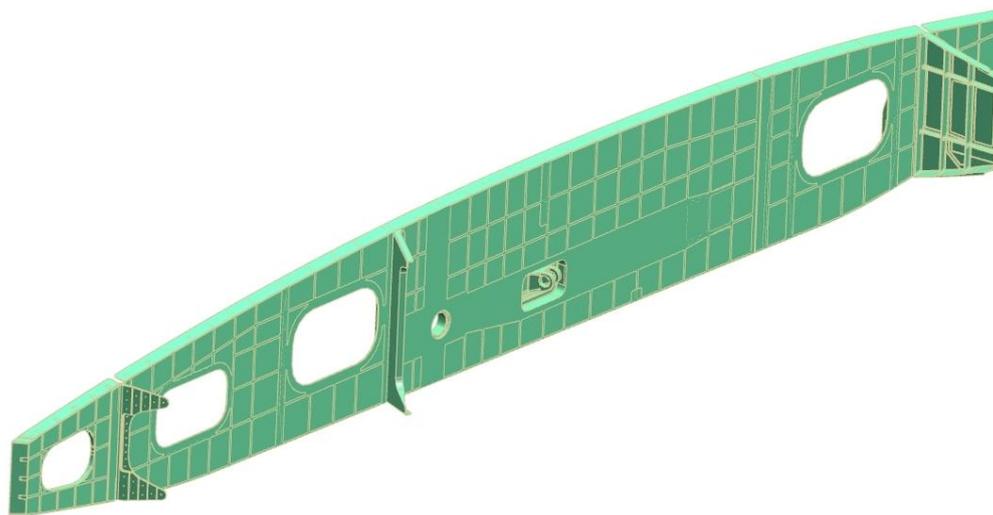


Рис.1. Бортовая нервюра крыла

Целью исследования было проектирование приспособления для сборки бортовой нервюры крыла. Стоит отметить, что сборка бортовой нервюры велась в стапеле общей сборки крыла, это вело дополнительным временным затратам, так же отсутствовала возможность контроля точности сборки.

На основании технического задания цеха заказчика было спроектировано приспособление для данного технологического процесса (рис.2). В качестве средства проектирования оснастки был использован программный продукт NX 8.0. Встроенный CAD – модуль позволяет моделировать конструкторские построения и создавать объемные тела, из которых будет представлено все изделие.

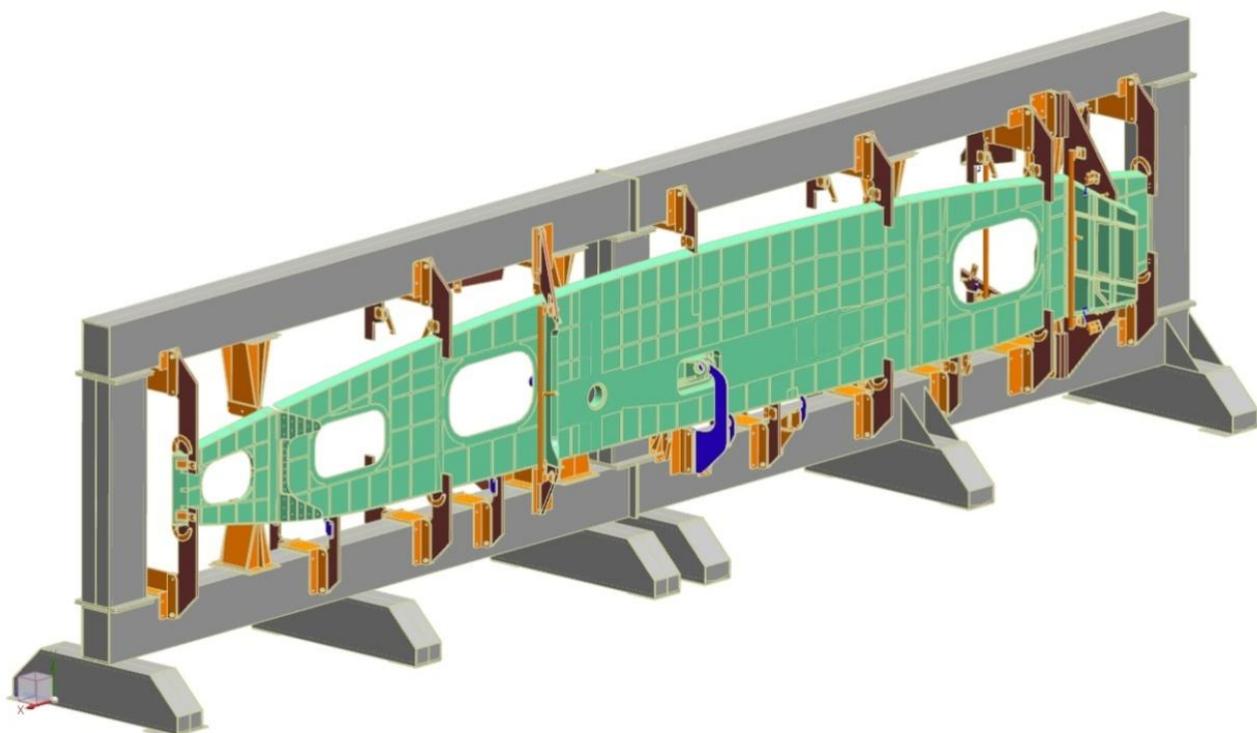


Рис.2. Приспособление для сборки бортовой нервюры

Краткая последовательность сборки:

1. установка концевой части нервюры 1 в приспособление (на ложементы и фиксация прижимами)
2. установка носовой части нервюры 1 в приспособление (на ложементы и фиксация прижимами)
3. установка диафрагм по стенкам в приспособления
4. установка кронштейнов навески бортовой нервюры (6шт)
5. запрессовка подшипника под установку ООШ
6. установка кронштейна подкоса по фиксатору
7. установка кронштейнов навески створки ООШ и т.п.

Приспособление данной конструкции позволяет выполнять параллельную сборку бортовых нервюр правой и левой консолей крыла и обеспечивает возможность контроля точности сборки узла; данная конструкция обеспечивает размещение приспособления на меньшей площади цеха, а так же позволяет использование меньших материальных ресурсов.

Библиографический список:

1. Курлаев Н.В., Нарышева Г.Г., Рынгач Н.А. Теоретические основы самолето- и вертолетостроения: учебное пособие - НГТУ, 2013. - 100 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.

УДК 629.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА НА ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЕ

Филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск
«Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации»,
г. Новосибирск

Деннер И.В., Шевченко А.М.

denner12@mail.ru, shevch@itam.nsc.ru

Целью работы является моделирование движения груза на двухступенчатой парашютной системе (ПС) для наглядной иллюстрации основных фаз её работы и анализа влияния различных факторов на траекторные параметры движения. Расчёт ПС представляет сложную задачу и требует совместного решения уравнений аэродинамики, аэроупругости, динамики полёта [1,2].

В настоящей работе используется инженерный подход [3]. Для расчёта используются уравнения движения материальной точки и тела переменной массы, условие о постоянном пути наполнения [3, 4].

Работа является продолжением решения задачи, представленной в [5]. В [5] стропы и купол парашюта предполагались не деформируемыми. В

результате значения перегрузки получились завышенными. В настоящей работе для учёта деформации строп между коушем парашюта и грузом помещалась упругая связь, жёсткость которой равнялась суммарной жёсткости строп парашюта.

Используется методика [2], связывающую силу натяжения T с относительным удлинением ε и скоростью деформации строп $\dot{\varepsilon}$.

$$T = c\varepsilon [1 + \ln(1 + \tau_1 \varepsilon)] \quad \text{при } \dot{\varepsilon} > 0$$

$$T = c\varepsilon [1 + \ln(1 - \tau_2 \varepsilon)] \quad \text{при } \dot{\varepsilon} < 0$$

$$T = 0 \quad \text{при } \varepsilon \leq 0.$$

Здесь $\varepsilon = (s - l_0) / l_0$ - относительное удлинение стропы, $\tau_1 = 0.02$, $\tau_2 = 0.1$ - постоянные [2], $\dot{\varepsilon} = \dot{s} / l_0$ - скорость относительной деформации.

У ПС Д-6 имеется 30 строп ШКП-150 длиной 9 м [7], которые при разрывной нагрузке в 150 кГ растягиваются на 25% [2]. Тогда для 30 строп получается жёсткость $c = 2200$ Н.

В [5] были получены основные уравнения движения – по четыре уравнения для системы «груз» и системы «парашют». Учёт деформации приводит к изменению только первых уравнений – уравнений движения в проекции на касательную к траектории (см. рис. 1). После деления каждого из них на массу получим

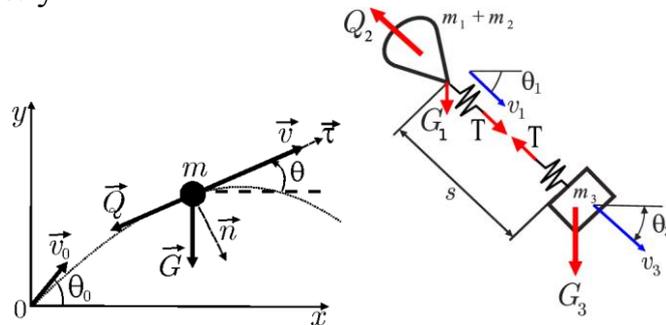


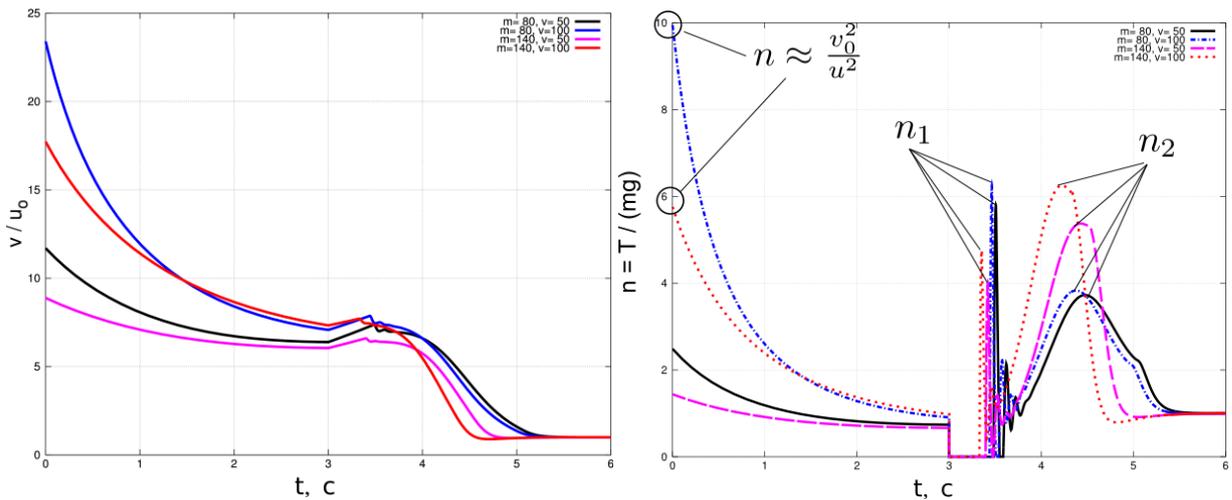
Рис. 1.

для системы «парашют» $\frac{dv_1}{dt} = \frac{T}{m_1 + m_2} - g \sin \theta_1 - \frac{Q}{m_1 + m_2}$, для груза

$\frac{dv_3}{dt} = \frac{T}{m_3} - g \sin \theta_3 - \frac{Q}{m_3}$, $Q \approx 0$. Зная силу натяжения T можно найти

перегрузку $n = \frac{T}{m_3 g}$.

Вся работа выполнена с использованием только свободного программного обеспечения: операционной системы DebianGNU/Linux, системы для математических вычислений GNUOctave, программы для графического представления данных Gnuplot и др. Разработанные программы просты в использовании и не требуют больших вычислительных ресурсов. Ниже представлены некоторые результаты расчётов.



а) зависимость скорости от времени;

б) зависимость перегрузки от времени

Рис. 2 – Влияние массы груза и скорости десантирования на траекторные параметры

На рис. 2а показаны зависимости скорости от времени для случаев скорости десантирования 50 и 100 м/с, и грузов массой 80 и 140 кг. Рассмотрены крайние случаи, соответствующие минимальным и максимальным значениям скорости десантирования и массы груза [5]. Скорость нормирована на критическую скорость для основного купола. В результате после выхода на режим установившегося снижения получаем $v/u = 1$. В целом вид зависимости подобен тем, что получены в расчетах без учета деформации строп, за исключением фазы наполнения, где видны небольшие колебания скорости. Подчеркнем, что за три секунды стабилизации критическая скорость не достигается. Видно, что лёгкий груз медленнее гасит скорость на основном куполе, что связано с меньшей скоростью в конце второй фазы.

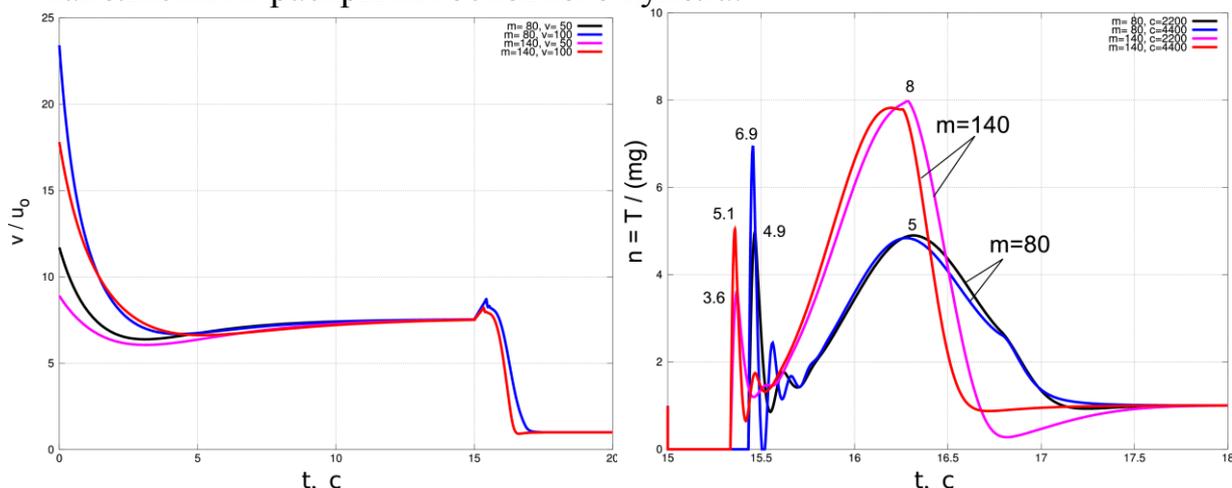
На рис. 2б показана зависимость перегрузки от времени. Напомним, что перегрузка вычислялась как сила натяжения, нормированная весом груза. Обратим внимание: на стабилизирующем куполе перегрузка, особенно при отделении у лёгкого парашютиста выше. Это объясняется тем, что в момент выхода сила сопротивления горизонтальна. Соответственно, получается следующая оценка для перегрузки в момент отделения $n = T / (mg) = v_0^2 / u^2$. Так как критическая скорость u лёгкого груза меньше, то получается перегрузка больше. Надо сказать, что непосредственно в момент выхода парашютист закрыт либо дверью (Ил-76), либо кормой при выходе через рампу. Поэтому реальная перегрузка получается меньше.

Далее вторая фаза, провал $t = 3 \div 3.2$ с. Нарушается жёсткая связь между парашютом и грузом. Здесь перегрузка почти равна нулю, стропы практически не воздействуют на груз. Парашютист ощущает почти свободное падение. Далее видны два участка с характерными пиками n_1 и n_2 . Для первого пика n_1 видно, что лёгкий груз имеет большую перегрузку, а для

второго пика n_2 - наоборот. Перегрузка для тяжёлого груза больше. Первый пик n_1 соответствует удару в начале наполнения. Стропы начинают растягиваться, как при колебаниях груза на пружине. Второй пик n_2 соответствует раскрытию основного купола, когда происходит максимальный рост силы сопротивления и соответственно перегрузки.

Для проверки этого утверждения выполнено моделирование затяжного прыжка. На рис. 3а показаны зависимости относительной скорости от времени для времени стабилизации 15 сек. Моделируется затяжной прыжок, чтобы в конце 1-ой фазы получить гарантированно критическую скорость. Видно, что в конце 1-ой фазы относительные скорости для разных скоростей десантирования одинаковые. Таким образом, в этом случае (время стабилизации 15 с) условия раскрытия основного купола не зависят от скорости десантирования, а зависят только от массы, точнее от критической скорости для основного купола.

На рис. 3б для скорости десантирования 100 м/с показаны зависимости для перегрузки. Здесь также иллюстрируется влияние жёсткости строп. Представлены данные для жёсткости 2200 и 4400 Н. Из графика выделен наиболее интересный фрагмент: фазы провала, наполнения и раскрытия основного купола.



а) зависимость скорости от времени; б) перегрузка при $v_0=100$ м/с

Рис. 3 — Результаты расчёта для времени стабилизации 15 с.

Анализ пиковых значений показывает следующее. Первый пик, анализ влияния жёсткости. Для лёгкого груза получаем пиковую перегрузку $n_1=6.9$ для жёсткости $c=4400$ и $n_1=4.9$ для жёсткости $c=2200$. Отношение пиковых значений примерно равно корню квадратному из отношения коэффициентов жёсткости строп. Аналогично для тяжёлого груза получаем перегрузку $n_1=5.1$ для жёсткости $c=4400$ и $n_1=3.6$ для жёсткости $c=2200$. И в этом случае перегрузка пропорциональна корню из жёсткости строп. Таким образом, 1-й пик перегрузки соответствует упругому удару.

На второй пик жёсткость влияет слабо. Перегрузка определяется, прежде всего, скоростью при которой вводится в действие основной купол. Так как для тяжёлого груза эта скорость больше, то основной купол раскрывается быстрее, перегрузка в этом случае также больше.

Библиографический список:

1. Белоцерковский С.М., Ништ М.И., Пономарев А.Т., Рысев О.В. Исследование парашютов и дельтапланов на ЭВМ. М.: Машиностроение, 1987.
2. Давыдов Ю.М. Аэродинамика, гидроупругость и устойчивость полета парашютных систем. Авиатика мягких летательных аппаратов. М.: НАПН РФ, НИИ парашютостроения, 2005.
3. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. – М.: Машиностроение, 1965.
4. Френч К.Е. Наполнение парашютов // Ракетная техника и космонавтика, - 1963. - Т.1. - №11. С. 198-202.
5. Деннер И.В., Шевченко А.М. Моделирование движения груза на двухступенчатой парашютной системе. Наука. Промышленность. Оборона: Труды XIII всероссийской научно-технической конференции (Новосибирск, 19-20 апреля 2012 г.) – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – С. 179-180.
6. Трямкин А.В., Скиданов С.Н. Исследование процесса наполнения парашютных систем // Труды МАИ. – 2001. - № 3.
7. Герасименко И.А. Воздушно-десантная подготовка. - М.: Военное изд-во, 1985.

УДК 621.9.047

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ
УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ «ДЕРЖАТЕЛЬ»**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Десятов С. Ю.

serezha.desyatov@yandex.ru

В настоящее время в машиностроении к изделиям предъявляются повышенные требования по эксплуатационным показателям. При этом широко используются методы, при которых для изменения физико-механических свойств на поверхность изделия наносят покрытия, удовлетворяющие необходимым характеристикам [1, 2]. Для нанесения покрытий используются методы напыления, такие как металлизация, газопламенное и плазменное напыление. Но в случаях использования изделия в условиях ударных нагрузок и трения данные покрытия не могут обеспечить необходимые механические свойства, а достигающая 10% пористость делает невозможным осуществить надежную и долговременную защиту изделий от коррозии в агрессивных средах.

Для изделия держатель накладки к поверхности А (рис.1) предъявляются

требования по шероховатости Ra 1,25 и твёрдости HRA85.

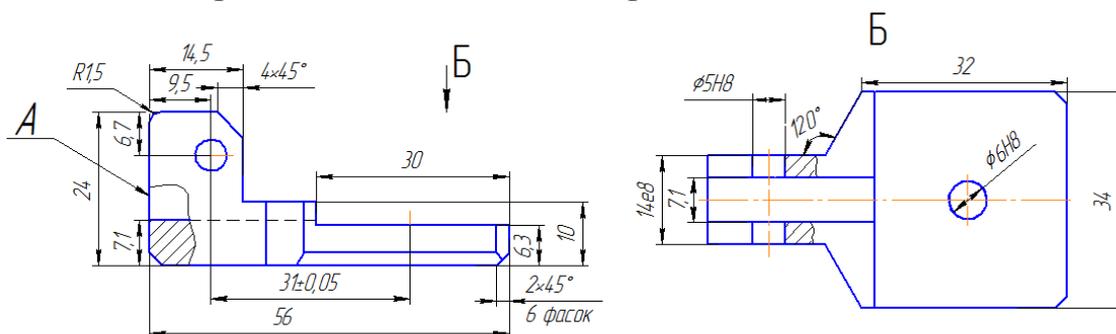


Рис. 1. Чертёж изделия

Для достижения твёрдости HRA85 в технологический процесс обработки введена операция по нанесению покрытия из твёрдого сплава марки BK25, для обеспечения шероховатости поверхности использована чистовая операция – электроалмазное шлифование.

Детонационный метод нанесения покрытий может оказаться наиболее рациональным для обеспечения необходимых характеристик данного изделия. Сущность этого метода заключается в использовании энергии взрыва для нагрева и ускорения частиц напыляемого вещества и обеспечения их последующего контакта с поверхностью изделия.

При использовании покрытий с температурой плавления выше чем у материала изделия, в момент контакта напыляемых частиц происходит подплавление поверхности изделия, что приводит к образованию надёжного механического сцепления. Данный метод позволяет наносить слои напыляемого материала различной толщины, а также получать всевозможные многослойные покрытия. Достоинством детонационного напыления является то, что это один из немногих методов с помощью которого можно наносить металлокерамические твердые сплавы на основе карбидов вольфрама, обладающих высокими характеристиками прочности [3, 4]. И при этом свойства покрытий будут практически такими же как у монолитных изделий из твёрдых сплавов, полученных методами спекания.

Так как данный метод используется и при восстановительных работах, актуальным становится вопрос о возможной толщине напыляемого слоя. Обычно толщина покрытия варьируется от 10 мкм до нескольких миллиметров. Однако в работе [5] приводятся результаты эксперимента когда удалось достичь толщины напыляемого слоя около 180 мкм. Шероховатости поверхности непосредственно после нанесения покрытия, достигает Ra = 3...4 мкм.

Схема детонационной установки (рис. 2).

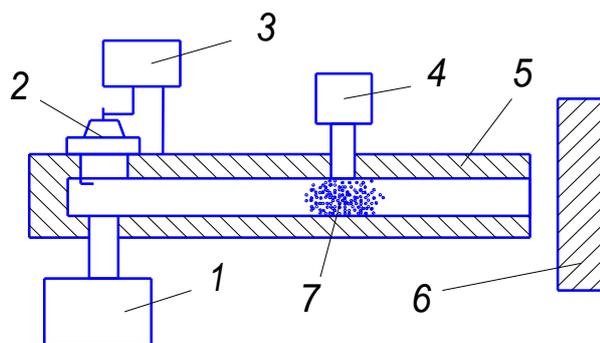


Рис. 2. Схема детонационной установки

В таблице 1 представлено сравнение газо-термических способов напыления с указанием их характеристик. Анализ таблицы показывает, что наилучшие показатели по прочности и пористости обеспечивает метод детонационного напыления.

Табл. 1 Сравнительные данные газо-термических способов напыления

Способ напыления	Площадь покрытия напыленного образца за час работы, м ²	Прочность сцепления, МПа	Пористость, %
Газопламенный	0,45— 1,00	0,2 — 0,3	8,0—16,0
Плазменный	0,20 —0,50	0,3 —0,5	3,0 — 4,0
Детонационный	0,10—0,30	1,0 — 2,0	0,5 — 1,0
Электродуговой	6,00 — 8,00	0,2 — 0,4	5,0 —10,0

В связи с тем, что к поверхности, обработанной методом детонационного напыления, предъявляются высокие требования по шероховатости, актуальным становится вопрос чистового метода её обработки. Одним из наиболее рациональных методов обработки твёрдосплавных покрытий, а так же обеспечения необходимой шероховатости является метод электроалмазного шлифования [6–9].

По сравнению с обычным шлифованием твёрдых сплавов, электроалмазное шлифование имеет ряд преимуществ. Одним из наиболее важных факторов в условиях массового производства является производительность, которая у данного метода в несколько раз выше, чем у простого шлифования. Бесспорным преимуществом является и то, что электроалмазное шлифование может быть использовано как при черновой обработке, где происходит удаление больших объёмов твёрдосплавного материала за один проход, так и при чистовой обработке, где может быть получена меньшая шероховатость, чем при использовании обычных методов шлифования.

Схема электроалмазной обработки (рис.3).

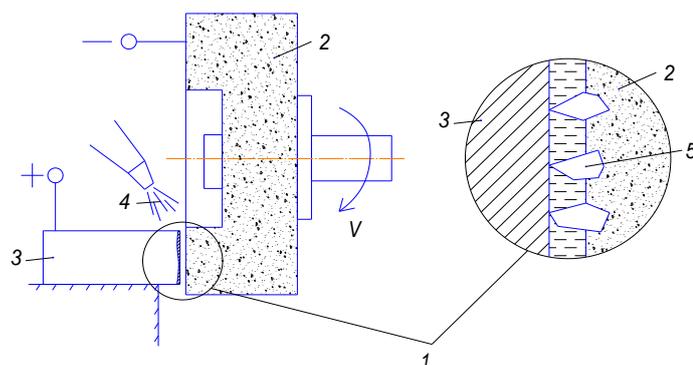


Рис. 3. Схема электроалмазной обработки

Следует отметить, что анодное растворение удаляет 80 - 85% припуска и лишь 15 - 20% снимается при помощи механического воздействия. Благодаря данной особенности электроалмазного шлифования, силы резания, возникающие в процессе обработки, сравнительно малы. Это позволяет без труда обрабатывать изделия с тонкими покрытиями, тонкостенные и нежесткие заготовки. Благодаря низким силам трения в процессе обработки наблюдается снижение локальных температур, что позволяет избежать образования поверхностных дефектов, характерных для простого шлифования.

При обработки методом электроалмазного шлифования используются такие электролиты как водные 10%-е растворы нейтральных солей NaNO_3 , Na_2SO_4 и NaCl . Выбор электролита влияет на одну из основных характеристик процесса обработки, а именно, на скорость электрохимического растворения. Для обработки покрытия из ВК25 в качестве электролита наиболее рационально использовать водный 10%-ый раствор NaNO_3 [8, 9].

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование данного комплекса операций, а именно, нанесение покрытия из ВК25 методом детонационного напыления и последующее электроалмазное шлифование, позволит обеспечить заданные требования по шероховатости и твердости, одновременно обеспечив надежную защиту от трения и коррозии.

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Семёнова Ю.С., Третьяков М.А. Повышение качества поверхностного слоя деталей с покрытиями малой толщины из нанокристаллических порошков ультразвуковым пластическим деформированием // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2011. – №3. – С. 18 – 22.

2. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В., Моисеенко А.Н. Размерная обработка деталей с покрытиями из наноструктурированных порошковых материалов // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2010. – №4. – С. 22 – 26.

3. Марусина В.И., Исхакова Г.А., Рахимьянов Х.М. Фазовый и гранулометрический состав карбидов, образующихся при электроэрозионной обработке // Порошковая металлургия. – 1992. – №10. – С. 61 – 64.
4. Исакова Г.А., Марусина В.И., Рахимьянов Х.М. Определение микротвердости частиц карбида вольфрама, полученных в искровом разряде // Порошковая металлургия. – 1987. – №10. – С. 87 – 89.
5. Васильев А.А., Гавриленко Т.П. Распад детонационной волны при ее выходе из трубы в воздух // Динамика сплошной среды. – М. 190. – № 48 – С.18 – 23.
6. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимьянов К.Х., Никитенко М.И. Электроалмазное шлифование твёрдого сплава ВК8 // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2010. – №3. – С. 9 – 13.
7. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Козич Т.В. Особенности электроалмазного шлифования деталей с покрытием на основе порошкового материала ПС12НВК // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2013. – №3(60). – С. 36 – 40.
8. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Никитенко М.И., Моисеенко А.Н. Особенности анодного растворения износостойкого покрытия на основе порошка ВК25 при электроалмазном шлифовании // Инновации в машиностроении: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции /под редакцией В.Ю. Блюменштейна. – Кемерово, 2011. – С. 411 – 416.
9. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В., Моисеенко А.Н. Электроалмазное шлифование износостойких покрытий на основе порошка ВК25 в условиях минимального припуска // Механики XXI века. 10 Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием : сборник докладов. - Братск : ГОУ ВПО \"БрГУ\", 2011. - С. 73-77.

УДК 629.039.58

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИОННЫХ
СТРУКТУР С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГРОЗОЗАЩИТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Дмитриева А.П., Дьяченко Г.И.

anndmitrieva1@gmail.com

Цель работы: Определение предпочтительного материала для обеспечения грозозащиты высоковольтных линий в условиях вечной мерзлоты.

В условиях Крайнего Севера, преимущественно для песчаных грунтов, сопротивление грунта превышает нормируемые значения, что может приводить к выходу трансформатора из строя, вследствие нарушения витковой изоляции. **Как это происходит?** При близком ударе молнии грозозащитный трос и ближайшие опоры к удару молнии, заряжаются током молнии. Если сопротивление грунта мало, то этот заряд быстро стекает в землю, при ненормированном высоком заземлении заряд опоры держится продолжительное время и создает разность потенциалов между опорой и фазами ВЛ(высоковольтных линий), что приводит к пробоям с опоры на одну фазу или несколько фаз. Короткий импульс, поступающий на обмотку трансформатора, распределяется только на части ее, что приводит к аномально высоким значениям напряжения между витками и последующего пробоя между витками. Анализ данных по северным сетям «Тюменьэнерго», показал, что витковые замыкания составляют 90% причин выхода из строя трансформатора. В этом и заключается актуальность работы.

Краткое содержание работы. В данной работе были рассмотрены шесть материалов – щебень, чернозем, суглинок, песок, бентонит.

Экспериментальная часть. Описание экспериментальной установки. Измерители сопротивления заземления М416 предназначены для измерения сопротивления заземляющих устройств, активных сопротивлений, а также могут быть использованы для определения удельного сопротивления грунта. Предел измерения от 0,1 до 1000 Ом. **Опыты** проводились в пластмассовых стаканах h-10см, d-6,3см. Электрическое сопротивление измерялось с помощью прибора м-416 и двух электродов d-6см., и m-8г., каждый. Все материалы измерялись во влажном и подсоленном виде, потому как в сухом виде у материалов сопротивление высокое и его невозможно замерить данной установкой, не хватает чувствительности прибора.

Материал	Условия					
	H ₂ O-30г, NaCl- 2,5г	H ₂ O- 30г, NaCl- 5г	H ₂ O- 50г, NaCl- 2,5г	H ₂ O-50г, NaCl-5г	замороженное	талое
Щебень	9,75×100	8×100	6,2×100	3,28×100	4,2×100	4,2×100
Чернозем	4,85×5	4,5×5	4,8×5	4,6×5	5,5×20	2,4×100- 2,9×5
Суглинок	3,7×5	3,6×5	2,85×5	2,8×5	4,95×5	9,25×5- 5,2×1
Песок	2,2×5	2×5	2,5×5	2,8×5	2,29×5	4,8×1- 3,2×1
Бентонит	3,2×20	3,4×20- 6×1	2,9×20	3,2 ×20- 5,9×1	17,5	5,4

Для повышения чувствительности прибора М-416, был сделан специальный электрод(два диска были скреплены между собой диэлектрическим материалом, в нашем случае - дерево). Диаметр дисков составляет 6см, расстояние между дисками 0,4см.

Материал	Условия		
	Измерение №1	Замороженное	Талое
Чернозем	6,1×1 - 8×1	-	-
Песок	2,9×5 - 5×1	9×1	6,0
Бентонит	5,9×5 - 4,8×5	2,1×100	30
Бентонит + NaCl	3,9×1 - 3,9×1	8,2×1	4,5
Бентонит + песок	4,4×1 -	22,5	2,52 3,3
Бентонит + полиакрилат натрия	2,3×20	122,0	32,0
Песок + полиакрилат Na	49	580	-

В размороженном состоянии тонкодисперсная среда несколько возрастает, что может быть связано с перераспределением воды из массы материала в «морозобойные каналы»

В ходе опытов было принято решение, уделить особое внимание монтмориллонитовым глинам, потому как их использование является наиболее перспективным.

Краткая характеристика монтмориллонитовых глин.

Монтмориллонит— $m \{Mg_3[Si_4O_{10}] [OH]_2\} -p \{Al, Fe^{*} \cdot -\}_2 [Si_4O_{10}] [OH]_2 \cdot -n H_2O$. Отношение $m : p$ обычно составляет 0,8—0,9. Назван по месту нахождения в Монтмориллоне (Франция).

Строение. Пакет трёхслойный (2:1): два слоя кремнекислородных тетраэдров, обращённые вершинами друг к другу, с двух сторон покрывают слой алюмогидроксильных октаэдров. В связи с этим связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико и в него могут попадать ионы и молекулы воды. Из-за этого минерал при смачивании сильно набухает. Наличие изоморфных замещений, огромная удельная поверхность (до 600—800 м²/г) и лёгкость проникновения ионов в межпакетное пространство обуславливает значительную ёмкость катионного обмена (80—150 ммоль экв/100 г).

Цвет монтмориллонита белый с сероватым, иногда синеватым оттенком, розовый, розово-красный, иногда зеленый. Блеск. В сухом состоянии матовый.

Месторождение. В России в настоящее время разрабатываются: месторождение монтмориллонитовых глин Герпегеж (Кабардино-Балкария), Зырянское месторождение бентонитов (Урал), месторождение бентонитов "10-й Хутор" (Хакасия). Балластовый запас глин в месторождении превышает отметку в миллион тонн.

Заключительная часть. Продолжение поисково-экспериментальной работы. Планируется измерить сопротивление глин с различными примесями. В качестве примеси использовать породы с высоким

содержанием радиоактивных элементов (природные материалы, которые не выветриваются и не растворяются, а со временем накапливают ионизацию.

Предварительные выводы:

▶ Замораживание существенно повышает сопротивление, при оттаивании величина сопротивления соответствует первичным значениям сопротивления;

▶ Использование соленых растворов значительно снижает сопротивление всех материалов;

▶ В ходе опытов, в ряде случаев были получены неоднозначные результаты: при неполном промерзании и оттаивании сопротивление существенно уменьшалось, а в дальнейшем возвращалось к первоначальным значениям;

▶ Наиболее интересный результат, по нашему мнению, это резкое снижение сопротивления «соленого» бентонита после оттаивания;

▶ Продолжение поисковой работы - измерения должны быть завершены с использованием электрода №1

УДК 621.9.047

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КРЕМНИЯ В КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Дроздов Д.В.

denisdrozov@gmail.com

В современной электронной промышленности в качестве полупроводникового материала используется пластины кремния толщиной от 300 до 500 мкм.

Целью данной работы является изучение анодного поведения кремния в кислых и щелочных растворах.

Механизм химического растворения кремния заключается в том, что травитель должен содержать два компонента – окислитель, которым обычно является азотная кислота, а плавиковая кислота служит растворителем окисла. [1, 2]

Необходимо, отметить некоторые особенности и ограничения химического растворения материала. Скорость травления существенно зависит от температуры, и обычно не превышает 1...2 мкм/мин. Также важной особенностью является тот факт, что при химическом растворении данный процесс можно контролировать только изменяя время обработки.

Наиболее перспективным методом обработки кремниевых пластин, позволяющим контролировать процесс травления, является электрохимическая обработка. [3]

В работах [4, 5, 6] представлены результаты электрохимической обработки

в технологических процессах изготовления деталей, выполненных из различных токопроводящих материалов.

Поляризационные исследования проводились при помощи потенциостата П-5827М, вольтамперметра М2007 и трехэлектродной электрохимической ячейки с платиновым электродом сравнения. Исследование анодного поведения кремния проводились в водных растворах электролитов: 0,5 – 1% NaOH, 10% HNO₃, 5% H₂SO₄, приготовленные из реактивов ЧДА.

Предварительно зачищенный на наждачной бумаге Р400 образец устанавливался в электрохимическую ячейку с выдерживанием зазора 0,1мм, между рабочим электродом и электродом сравнения. Поляризационные зависимости снимались в потенциостатическом и потенциодинамическом режиме работы [7]. Скорость поляризации $\varphi = 40$ мВ/с. Площадь образца составляла $S = 0,26 \text{ см}^2$.

В 10% водном растворе азотной кислоты в области потенциалов от 0 до 3В (рис. 1, кривая 1) происходит резкое возрастание плотности тока.

В 5% водном растворе серной кислоты (рис. 1, кривая 2) происходит пассивация материала во всем исследованном диапазоне потенциалов.

В 1% водном растворе гидроксида натрия весь диапазон потенциалов от 0 до 8В (рис. 1, кривая 3) является участком активного растворения материала.

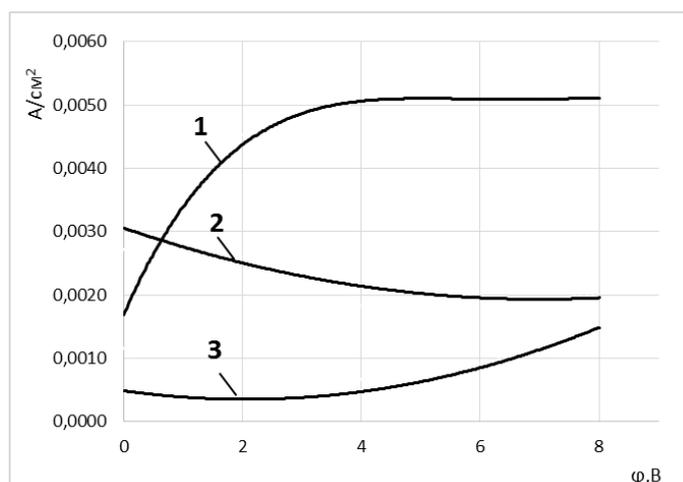


Рис. 1. Поляризационная кривая (потенциодинамический метод) кремния в различных электролитах:

1 – 10% водный раствор азотной кислоты HNO₃; 2 – 5% водный раствор серной кислоты H₂SO₄; 3 – 1% водный раствор гидроксида натрия NaOH

Получение поляризационной зависимости потенциостатическим методом проводились при напряжении от 0 до 8 В, с шагом 1 В и выдержкой при каждом потенциале 30 с. Построение поляризационных кривых при механическом обновлении поверхности кремния производилось по точкам, полученным в начальный момент включения (рис. 2).

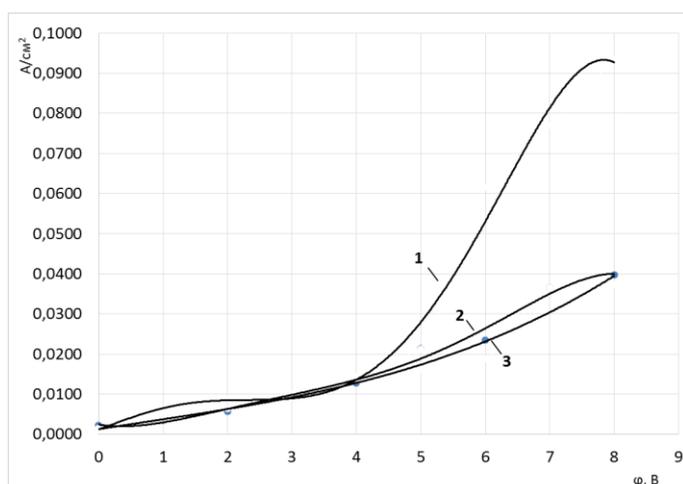


Рис. 2. Поляризационные кривые (при механическом обновлении поверхности)

кремния в различных электролитах:

1 – 10% водный раствор азотной кислоты HNO_3 ; 2 – 5% водный раствор серной кислоты H_2SO_4 ; 3 – 1% водный раствор гидроксида натрия NaOH

Активация поверхности механическим обновлением позволила повысить значения плотностей токов (таблица 1).

В таблице символом L обозначено отношение плотности тока при потенциостатическом методе к плотности тока при потенциодинамическом методе.

Табл.1 Значения плотностей токов

Эл-т	мето д	Напряжение, В								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
HNO_3	ПС	0,001 5	0,0055	0,0088	0,0103	0,0145	0,0212	0,0615	0,0769	0,0936
	ПД	0,003 7	0,0053	0,0065	0,0074	0,0075	0,0070	0,0069	0,0073	0,0075
	L	0,411 6	1,0496	1,3578	1,3815	1,9381	3,0351	8,8939	10,576 9	12,520 8
H_2SO_4	ПС	0,001 2	0,0036	0,0064	0,0099	0,0137	0,0163	0,0188	0,0365	0,0373
	ПД	0,002 7	0,0027	0,0026	0,0024	0,0018	0,0020	0,0020	0,0019	0,0020
	L	0,427 8	1,3411	2,4550	4,0806	7,4415	8,2663	9,4950	18,889 3	18,796 2
NaOH	ПС	0,002 3	0,0035	0,0058	0,0100	0,0128	0,0214	0,0235	0,0365	0,0397
	ПД	0,001 2	0,0001	0,0002	0,0004	0,0007	0,0007	0,0009	0,0011	0,0014
	L	2,000 0	25,714 3	37,500 0	27,3684	19,047 6	30,090 1	25,416 7	32,203 4	29,108 0

Из данных таблицы 1 следует, что в 10% растворе азотной кислоты после механического обновления поверхности наблюдается максимальное возрастание плотности тока до 10 раз в диапазоне напряжений 6-8В. В 5% растворе серной кислоты максимальное возрастание плотности тока до 18 раз наблюдалось в диапазоне напряжений 7-8В. В 1% водном растворе гидроксида натрия максимальное возрастание плотности тока в 28 раз наблюдалось в диапазоне напряжений 1-8В.

Проведенные исследования показали значительное увеличение плотности тока при активации поверхности кремниевых пластин механическим обновлением. Необходимо исследовать другие методы активации поверхности для поиска наиболее оптимального режима обработки.

Библиографический список:

1. Ефимов Е.А., Ерусалимчик И.Г. Электрохимия германия и кремния // М. – Госхимиздат. – 1963. – 180 с.
2. Королёв М.А., Крупкина Т.Ю. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 397 с. : ил.
3. Мямлин В.А., Плесков Ю.В. Электрохимия полупроводников. // М. – Наука. – 1965. – 337 с.
4. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Красильников Д.Б. Электрохимическая обработка безвольфрамовых твердых сплавов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2010. – №3. – С.3-7.
5. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Рахимьянов К.Х. Точность формообразования при электроалмазной прорезке пазов в аморфных и нанокристаллических сплавах // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2006. – № 2(31). – С. 32-33.
6. Рахимьянов Х.М., Янпольский В.В. Анодное растворение быстрорежущей стали Р6М5 и ее составляющих в водных растворах. // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2003. – №4. – С.141-147.
7. Фрейман Л.И., Макаров В.А. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. // Химия. – 1972. – 240 с.

ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАТИМЫХ ЦИКЛОВ

Новосибирский государственный технический университет,

г. Новосибирск

Дьяченко Ю.В., Шугаев Вит.А.

Понятие обратимость термодинамических циклов широко используется в термодинамике.

В классической термодинамике обратимость термодинамических циклов определяется следующим образом.

В первом источнике: «Обратимым называют цикл, который можно провести как в прямом, так и в обратном направлении в замкнутой системе».[2]

Во втором источнике: «цикл, состоящий из обратимых процессов, называется обратимым циклом. Если один из процессов, входящих в цикл, необратим, то цикл называется необратимым».[3]

В третьем источнике: «Обратимым называется равновесный процесс, проходящий в прямом и обратном направлениях через ряд одинаковых состояний, но в обратной последовательности, и возвращающий как рабочее тело, так и внешнюю среду в исходное состояние».[4]

Но эти понятия применимы только к циклу Карно и ему подобным.

Это следует из термодинамической схемы цикла Карно рис.1.

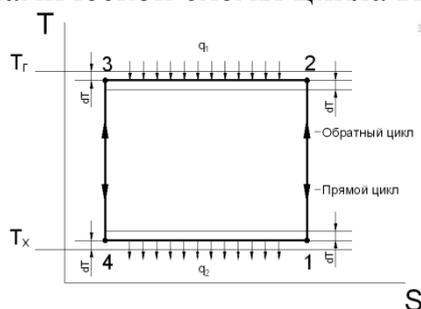


Рис.1. Обратимый цикл Карно

Как видно из рисунка, в понятии обратимого цикла Карно нет необходимости определять температуры холодного и горячего источников для прямого и обратного цикла. Они одинаковы с точностью до бесконечно малой величины равной $2 dT$.

Очевидно, что в любом другом произвольном цикле, где теплообмен с источниками осуществляется не по изотермам, необходимо учитывать изменение температур этих источников.

Рассмотрим обратимые циклы Воздушно холодильной машины (ВХМ), и цикл Газотурбинной установки (ГТУ).

Схемы этих тепловых машин показаны на рис.2.

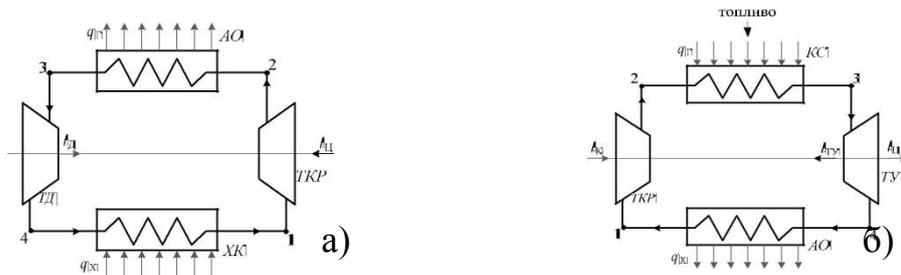


Рис. 2. а) схема воздушно- холодильной машины (ВХМ), б) схема газотурбинной установки (ГТУ)

Рабочим телом этих машин является воздух.

а) Воздух поступает на вход турбокомпрессора (ТКР) с параметрами точки 1, сжимается до давления точки 2 и поступает в теплообменник – атмосферный охладитель (АО). Здесь сжатый воздух охлаждается более холодным атмосферным воздухом до температуры точки 3. Далее охлажденный воздух поступает в турбодетандер (ТД), где происходит его расширение и охлаждение до температуры точки 4. Охлажденный воздух поступает в теплообменник холодильной камеры (ХК), где воспринимает теплоту от охлаждаемых объектов и нагревается до температуры в точки 1. Таким образом, цикл замыкается и повторяется.

б) Воздух из атмосферы поступает на вход турбокомпрессора, сжимается и подается в камеру сгорания (КС). В камере сгорания к воздуху подводится теплота сгорания топлива, впрыскиваемого через форсунки, и температура повышается. Далее воздух поступает в турбину (ТУ), где вращает турбину и расширяется. Отработанный воздух выбрасывается в атмосферу, где охлаждается до атмосферной температуры. Для замыкания цикла этот процесс можно заменить условным процессом охлаждения воздуха в некотором атмосферном охладителе.

Схемы термодинамических циклов этих машин показаны на рис. 3.

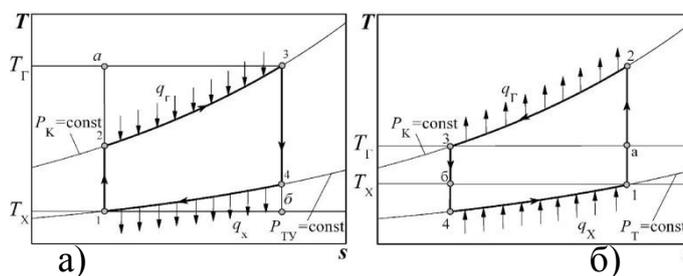


Рис.3. Обратимый цикл ВХМ (а) и цикла ГТУ (б)

Из приведенных схем следует, что циклы состоят из аналогичных процессов, изменяется только направление прохождения рабочего тела. Цикл ВХМ является обратным циклом (холодильным), цикл ГТУ прямым (циклом теплового двигателя).

Очевидно, что эти два цикла, можно считать обратимыми, если процессы циклов являются обратимыми, а рабочим телом – воздух.

Рассмотрим подробнее возможность обратимости этих циклов.

Пусть рабочее тело в прямом и обратном цикле проходит те же параметры состояния, тогда термодинамическую схему циклов можно представить следующим образом рис.4.

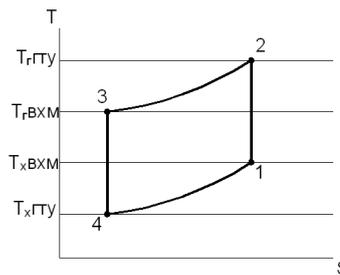


Рис.4. Первый случай, различные температуры источников

Для реализации этих циклов температуры источников должны отличаться.

В цикле ВХМ $T_r = T_3$, так как в процессе 2 - 3 теплота от рабочего тела должна отводиться в окружающую среду. В цикле ГТУ $T_r = T_2$, так как в процессе 3 - 2 теплота должна подводиться к воздуху.

В цикле ВХМ $T_x = T_1$ так как в процессе 4 - 1 теплота подводится к воздуху, а в цикле ГТУ $T_x = T_4$, так как в процессе 1 - 4 теплота отводится в окружающую среду.

Определим взаимосвязь между температурами источников этих циклов.

Получено соотношение между температурами источников циклов ВХМ и ГТУ в виде:

$$\theta^Г \cdot \theta^В = \pi^2 \quad (1)$$

Где $\theta^Г = \frac{T_r^Г}{T_x^Г}$, $\theta^В = \frac{T_r^В}{T_x^В}$, $\pi = \left(\frac{P_k}{P_d}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ - отношение давлений циклов.

Из полученных данных следует, что для обратимости циклов ВХМ, ГТУ необходимо изменение отношения температур источников ($\theta^Г, \theta^В$), равное квадрату отношению давлений (π).

Возможен второй вариант реализации обратимого цикла ВХМ, ГТУ когда одинаковы температуры источников (T_r, T_x).

Схема термодинамических циклов для этого случая показана на рис.5.

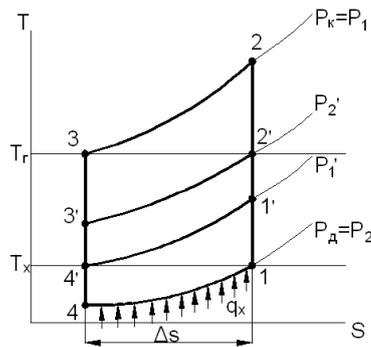


Рис.5. Второй случай при T_g и $T_x = \text{const}$.

В данном случае рабочее тело циклов ВХМ и ГТУ проходит совершенно различные параметры состояния.

Цикл ГТУ «вписывается» в цикл ВХМ.

Определим взаимосвязь между параметрами этих циклов в данных условиях.

Получена взаимосвязь между параметрами этих циклов в виде:

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = \theta^2 \quad (2)$$

Где: $\pi_1 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$, $\pi_2 = \left(\frac{P_2'}{P_1'}\right)^{\frac{k-1}{k}}$, $\theta = \frac{T_g}{T_x}$ – отношение температур источников

В данном случае изменение параметров давлений циклов (π_1, π_2) определяется только квадратом отношения температур циклов θ .

Заключение:

Классическое определение обратимого цикла справедливо только для цикла Карно и ему подобным, для других обратимых циклов необходимо уточнять изменение температур источников. В связи с этим любой произвольный цикл не может быть полностью обратимым, такие циклы можно назвать только условно обратимыми.

Библиографический список:

1. Исследование термодинамических циклов воздушно-холодильных машин: монография / Ю.В. Дьяченко. – Новосибирск : изд-во НГТУ, 2006. – 404 с. – (“Монографии НГТУ”).
2. Кириллин В. А. Техническая термодинамика / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – М. : Энергия, 1974. – 286 с.
3. А. В. Болгарский, Г. А. Мухачев, В. К. Щукин. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1975. — 495 с.
4. В.И. Крутов, С.И. Исаев, И.А. Кожин и др. Техническая термодинамика. Учебник. 3-е изд. перераб. дополн. 1991 год. 385.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ ЦИКЛОВ ВОЗДУШНО-ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск
Дьяченко Ю.В., Шугаев Вяч.А.

Все термодинамические циклы делятся на замкнутые и разомкнутые.

В литературе в основном приводится анализ замкнутых термодинамических циклов. В настоящее время наиболее широкое применение находят разомкнутые циклы воздушно-холодильных машин (ВХМ). Такие циклы применяются в авиационных системах кондиционирования воздуха и системах кондиционирования промышленных помещений. Целью настоящей работы является исследование разомкнутых циклов ВХМ.

В замкнутых термодинамических циклах одно и то же рабочее тело циркулирует в контуре тепловой машины, в разомкнутых термодинамических циклах для совершения каждого цикла используется новая порция рабочего тела.

Рассмотрим схему ВХМ работающую по разомкнутому циклу Рис.1.:

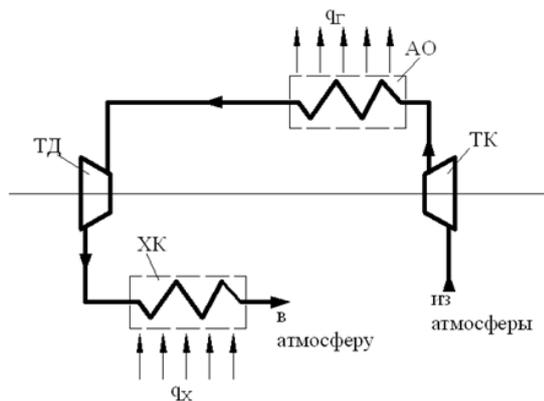


Рис.1. Схема разомкнутого цикла ВХМ

ТД – турбодетандер; ТК – турбокомпрессор; АО – атмосферный охладитель; ХК – теплообменник холодильной камеры

Рабочим телом в воздушной машине является воздух. Из атмосферы порция свежего воздуха поступает в турбокомпрессор (ТК), где воздух сжимается, в результате чего его температура и давление возрастают. Горячий сжатый воздух затем поступает в атмосферный охладитель (АО), где при постоянном давлении охлаждается атмосферным воздухом окружающей среды. Затем воздух в турбодетандере (ТД) расширяется до начального давления, в результате чего температура воздуха понижается ниже начальной. Затем воздух поступает в теплообменник холодильной камеры (ХК), а далее выбрасывается в атмосферу.

Термодинамическая схема такого цикла показана на Рис.2.:

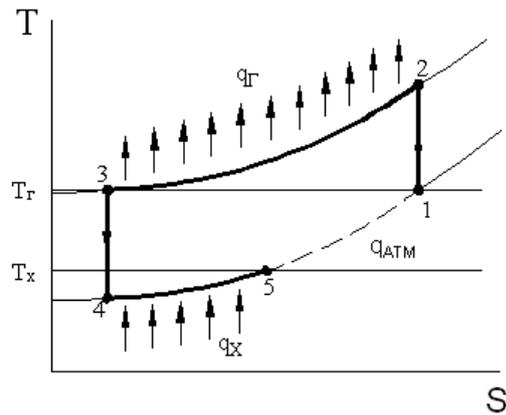


Рис.2. T-S диаграмма идеального разомкнутого цикла

Описание разомкнутого термодинамического цикла:

1-2 Изоэнтропный процесс сжатия

2-3 Изобарный процесс охлаждения сжатого воздуха

3-4 Изоэнтропный процесс расширения в ТД.

4-5 Изобарный процесс нагрева в ХК

5-1 Процесс нагрева воздуха протекающий в атмосфере

Рассмотрим термодинамическую эффективность цикла, то есть его холодильный коэффициент. Он определяется как отношение удельной холодопроизводительности к затраченной удельной работе цикла:

$$\varepsilon_i = q_X / l_{\text{ц}} \quad (1), \text{ где } \varepsilon_i - \text{холодильный коэффициент,}$$

q_X – удельная холодопроизводительность, $l_{\text{ц}}$ – удельная работа цикла.

Удельная холодопроизводительность определяется процессом 4-5-1 и равна:

$$q_X = q_x + q_{\text{АТМ}}, \text{ где } q_{\text{АТМ}} - \text{холодопроизводительность поступающая из атмосферы.}$$

Удельная работа цикла определяется как:

$$l_{\text{ц}} = q_G - (q_x + q_{\text{АТМ}}), \text{ где } q_G - \text{холодопроизводительность горячего источника.}$$

По диаграмме цикла имеем:

$$q_{\text{АТМ}} = C_p(T_5 - T_1); \quad q_x = C_p(T_1 - T_4); \quad q_G = C_p(T_2 - T_3), \text{ где } C_p - \text{удельная теплоемкость.}$$

Тогда холодильный коэффициент:

$$\varepsilon_i = \frac{T_1 - T_4}{T_2 - T_3 + T_4 - T_5} \quad (2).$$

Цикл реализуется между горячим и холодным источником температуры которых $T_1 = T_X$, $T_3 = T_G$.

С учетом этого после преобразования формулы (2) окончательно получаем:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Theta - \gamma}{\Theta(\gamma - 1)^2} \quad (3), \text{ где } \Theta = \frac{T_G}{T_X} - \text{отношение температур источников,}$$

$$\gamma = \left(\frac{P_K}{P_D}\right)^{\frac{k-1}{k}} - \text{отношение давлений цикла, } k - \text{показатель адиабаты.}$$

Теперь рассмотрим влияние исходных параметров на холодильный коэффициент:

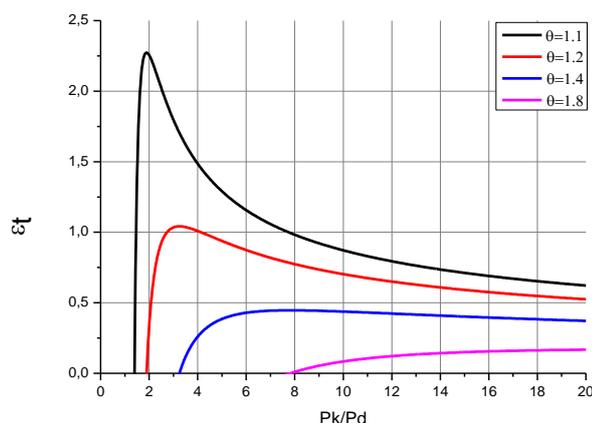


Рис.3. Зависимость практического холодильного коэффициента от отношения давлений при различных значениях Θ

На рис.3 показано зависимость холодильного коэффициента от отношения давлений при различных Θ .

Из приведенных на рисунке данных следует, что зависимость холодильного коэффициента имеет явно выраженные максимумы.

Максимумы характеризуют оптимальные условия практической реализации ВХМ.

Рассмотрим физические причины условий формирования максимумов. Для этого проанализируем характер зависимости удельной холодопроизводительности и удельной работы цикла от отношения давлений. Характер этой зависимости показан на Рис.4.:

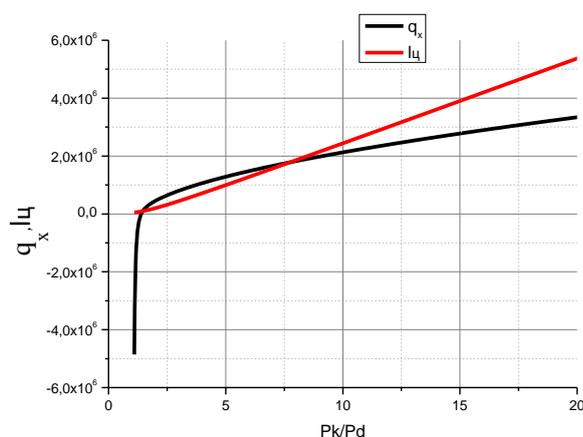


Рис.4. Характер изменения удельной холодопроизводительности и удельной работы цикла от отношения давлений

Из приведенных данных следует, что интенсивность изменения этих характеристик от изменения давления различно в различных диапазонах давлений. При относительно небольших значениях γ превалирует увеличение q_x и холодильный коэффициент увеличивается. При более высоких значениях γ превалирует увеличение l_c и холодильный коэффициент уменьшается. В точке пересечения этих характеристик холодильный коэффициент равен 1.

Заключение:

В данной работе выведен холодильный коэффициент для разомкнутого цикла ВХМ, рассмотрено влияние исходных параметров на холодильный коэффициент и физические причины формирования максимумов.

Библиографический список:

1. Исследование термодинамических циклов воздушно-холодильных машин: монография / Ю.В. Дьяченко. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2006. – 404 с. – (“Монографии НГТУ”).

2. Болгарский А. В. Термодинамика и теплопередача / А. В. Болгарский, Г. А. Мухачев, В. К. Щукин. – Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1975. – 495 с.

3. Мартыновский В. С. Оптимизация циклов воздушной холодильной машины / В. С. Мартыновский, И. М. Шнайф, А. К. Митиль // Изв. вузов. Энергетика. – 1966. – № 10. – С. 28–34.

4. Кириллин В. А. Техническая термодинамика / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – М.: Энергия, 1974. – 286 с.

УДК 347.74

ДОГОВОР КОММЕРЧЕСКОЙ КОНЦЕССИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Ерин А. В., Жуков Е. А.

alexander.erin@aiesec.net

По договору коммерческой концессии одна сторона (правообладатель) обязуется предоставить другой стороне (пользователю) за вознаграждение на срок или без указания срока право использовать в предпринимательской деятельности пользователя комплекс принадлежащих правообладателю исключительных прав, включающий право на товарный знак, знак

обслуживания, а также права на другие предусмотренные договором объекты исключительных прав, в частности на коммерческое обозначение, секрет производства (ноу-хау) [1, 2].

Коммерческая концессия является аналогом общепринятому в мировой практике институту франчайзинга или франшизы (от фр. *franchise* – льгота).

Использование в ГК РФ термина «коммерческая концессия» представляется не вполне оправданным, поскольку законодательство и юридическая наука оперируют термином «концессионный договор», имеющим иной правовой смысл [3].

Российский рынок коммерческих концессионных отношений развивается достаточно активно. Все предложения отечественного рынка франшиз можно разделить на четыре группы.

Розничная торговля самая лидирующая по количеству продаваемых франшиз сфера в нашей стране – 55 %, т.е. более половины продаваемых франшиз относится к торговле. Интересно, что во всем мире первое место по количеству франчайзинговых предложений занимает другая сфера – общепит. Сфера общественного питания занимает второе место по франчайзинговым предложениям (20%). Ровно 20 лет назад (1993 год) в России появилось первое заведение общепита, открытое по франшизе. Имя этого первопроходца - кафе Баскин Робинс. Сфера услуг составляет 15%.

Сфера производства охватывает лишь 10% предложений всего рынка. В то время как приобретение данной франшизы дает ряд весомых преимуществ, важных для успешного производства. Компания-франчайзер разрабатывает бизнес-план, поставляет необходимое оборудование, производит обучение персонала и помогает организовать сбыт выпускаемой продукции. Иными словами, начинающему предпринимателю обеспечивают все условия, необходимые для прибыльного бизнеса [4].

Договору коммерческой концессии как самостоятельному гражданско-правовому договору присущи определенные характерные черты (признаки), отличающие его от иных типов договорных обязательств.

Во-первых, в качестве сторон договора (правообладателя и пользователя) могут выступать лишь лица, осуществляющие предпринимательскую деятельность: коммерческие организации либо индивидуальные предприниматели.

Во-вторых, необходимым элементом в составе предмета договора является предоставление правообладателем пользователю комплекса исключительных прав.

В-третьих, по договору пользователю предоставляются ограниченные права использования объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, исключительные права на которые принадлежат правообладателю, без возможности их передачи (уступки) третьим лицам.

Следует отметить, что некоторые авторы выделяют помимо перечисленных, ряд других признаков [5].

Однако в настоящее время данный правовой институт в РФ имеет достаточно много существенных недоработок, которые препятствуют его развитию.

Наиболее существенная из них заключается в том, что до сих пор в российском законодательстве отсутствует специальный закон о франчайзинге, который позволил бы детально и всесторонне урегулировать данные правоотношения так, как это сделано в большинстве стран мира. А именно необходимо регламентировать «преддоговорный» и «постдоговорный» этапы в коммерческих концессионных отношениях, определить понятие коммерческих концессионных отношений, урегулировать вопросы по территориальному ограничению деятельности пользователя коммерческой концессии и многое другое.

Значение коммерческой концессии состоит в том, что данный договор является одной из форм завоевания товарных рынков крупными правообладателями — производителями товаров и услуг. Использование коммерческой концессии избавляет правообладателя от непроизводственных расходов, связанных с открытием филиалов, созданием новых юридических лиц, наймом и оплатой труда дополнительных работников. При этом правообладатель продолжает сохранять контроль над распространением пользователями товаров, работ и услуг под торговой маркой правообладателя. Такая схема взаимоотношений позволяет в довольно короткие сроки создавать разветвленные сети бизнеса правообладателя [6].

Библиографический список:

1. Статья 1027 Гражданского кодекса РФ (ГК РФ) // СПС «Консультант плюс».
2. Федеральный закон от 18 июля 2011 года № 216-ФЗ «О внесении изменений в часть вторую Гражданского кодекса Российской Федерации»// Собрание законодательства Российской Федерации от 25 июля 2011 года, № 30 (ч. 1), ст. 4564.
3. Брагинский М. И., Витрянский В. В. Договорное право. Книга третья: Договоры о выполнении работ и оказании услуг. – 2-е изд., стер. – М.: Статут, 2011. – С. 1055.
4. Мюррей Я. Франчайзинг. – СПб.: Питер, 2004. – С. 144.
5. Гражданское право: Учебник. Том II // Под ред. О. Н. Садикова. – М.: Юридическая фирма «КОНТРАКТ»: «ИНФРА-М», 2009. – С. 608.
6. Сосна С. А. Договор франшизы // Законодательство и экономика. – М.: 1996. – Вып. № 15-16 – С. 3.

**АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАКОМПАНИЙ "ТРАНСАЭРО" И
"АЭРОФЛОТ РОССИЙСКИЕ АВИАЛИНИИ"**

Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский
Университет), г. Москва

Ермолаева Е.Н.

2107166@mail.ru

Авиация стала одной из первых отраслей, оправившихся от кризиса. Примерно с марта прошлого года все авиакомпании стали отмечать рост пассажиропотока на 20—30%. Ожидается сохранение этой тенденции и в 2011 году. Восстановление спроса на авиаперевозки будет происходить по мере возрастания деловой активности и повышения платежеспособности населения. По итогам года рост пассажирооборота авиаотрасли в 2010 году составил 31% (с 112 468 948,12 тыс. пкм в 2009 году до 147 109 649,38 тыс. пкм. в 2010 году).

За последние 7 лет средние темпы роста российского рынка авиаперевозок составляли около 11% в год, что вдвое выше мирового уровня. Объем пассажирских авиаперевозок с 2003 по 2010 годы вырос более чем в 2 раза. В 2008 году авиакомпании России достигли рекордных показателей, увеличив число перевезенных пассажиров до 49,8 млн. человек. В связи с кризисом в 2009 году объем сократился до 112 млрд. пкм, но уже в 2010 году превысил докризисный уровень.

Максимальный уровень перевозок российских авиакомпаний, достигнутый в 1990 году (159,4 млрд. пкм.), может быть восстановлен в 2015–2020 годы, в зависимости от темпов экономического роста страны. Российский рынок авиаперевозок характеризуется высокой концентрацией. Пять крупнейших компаний контролируют около 61% рынка пассажирских авиаперевозок. Пассажирооборот российских авиакомпаний за январь–декабрь 2011 года вырос на 13.2% по сравнению с 2010 годом до 166.591 млрд пассажирокилометров со 147.118 млрд. Такие предварительные данные приводит Росавиация. Количество перевезенных пассажиров выросло на 12.5% до 64.057 млн с 56.951 млн. По данным ведомства, пассажирооборот в 2011 году по сравнению с 2009 годом увеличился на 48.1% до 166.591 млрд пассажирокилометров со 112.469 млрд. Количество перевезенных пассажиров выросло на 42% (в 2009 году - 45.108 млн). Пассажирооборот в декабре 2011 года по сравнению с декабрем 2010 года увеличился на 14.4% до 12.51 млрд пассажирокилометров с 10.933 млрд, перевозки пассажиров - на 14.3% до 4.588 млн с 4.015 млн, перевозки грузов и почты - на 5.4% до 84.794 тыс. т с 80.44 тыс. т. В декабре 2011 года по сравнению с декабрем 2009 года пассажирооборот вырос на 42.8% (в 2009 году - 8.759 млрд пассажирокилометров), перевозки пассажиров - на 35% (3.399 млн). Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация) опубликовало

данные по пассажирским и грузовым перевозкам российских авиакомпаний за январь–февраль 2012 г. По данным ведомства, за два месяца авиакомпании перевезли около 8,64 млн пасс. Это на 19,4% больше показателя января–февраля 2011 г. При этом на международных воздушных линиях (МВЛ) пассажиропоток составил более 4,24 млн пасс. (+24,2%), на внутренних направлениях (ВВЛ) — порядка 4,4 млн пасс. Наибольший пассажиропоток был обеспечен авиакомпаниями "Аэрофлот" (2,32 млн пасс.), "Трансаэро" (1,15 млн пасс.) и "ЮТэйр" (1,02 млн пасс.). Общий коэффициент занятости пассажирских кресел составил 74,3% (+2,9 п. п.), коэффициент коммерческой загрузки — 61,2% (+0,3 п. п.).



Рис.1 Пассажиरोоборот и перевозки пассажиров Российскими авиакомпаниями.

Показатель общего пассажиरोоборота составил 24,24 млрд пкм (+20,4%), грузооборот достиг 680,7 млн ткм (+14,2%). Всего за два месяца было перевезено 136 тыс. т грузов и почты (+12,2%). Наибольший грузопоток обеспечили авиакомпании AirBridgeCargo (50,2 т), "Аэрофлот" (23,8 т) и "Волга-Днепр" (11,1 т). В феврале российские авиакомпании перевезли 4,12 млн пасс. (+25,1%). На МВЛ общий пассажиропоток составил 1,94 млн пасс. (+39,4%), на ВВЛ — 2,18 млн пасс. (+14,6%). Общий пассажиरोоборот достиг 11,44 млрд пкм (+28,0%), грузооборот — около 391,53 млн ткм (+34,8%). За февраль было перевезено более 78,46 тыс. т (+31,3%). Коэффициент занятости пассажирских кресел составил 74,4% (+3 п. п.), коэффициент коммерческой загрузки — 62,6% (+1,4 п. п.).

Табл.1. Занятость пассажирских кресел

Занятость пассажирских кресел						
Компания	2009	2010	2011	2012	Абсолютное отклонение	Относительное
Аэрофлот	0,695	0,772	0,775	0,779	0,004	0,516 %
Трансаэро	0,815	0,8367	0,829	0,825	-0,004	-0,482 %



Рис.2 Коэффициент занятости пассажирских кресел

Табл.2.Количество перевезенных пассажиров

Количество перевезенных пассажиров						
Компания	2009	2010	2011	2012	Абсолютное отклонение	Относительное
Аэрофлот	8,755	11,285	14,173	17,656	3,483	24,574 %
Трансаэро	5,025	6,646	8,453	10,327	1,874	22,169 %

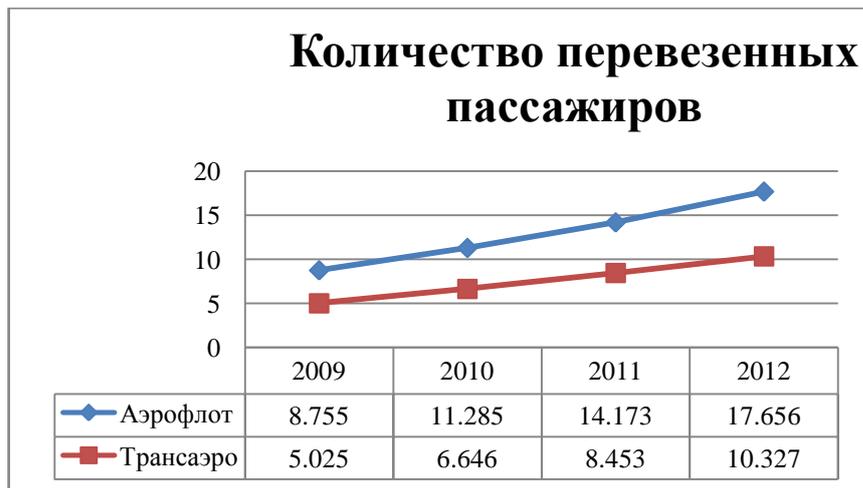


Рис.3.Количество перевезенных пассажиров



Рис.4.Расходы по эксплуатационной деятельности

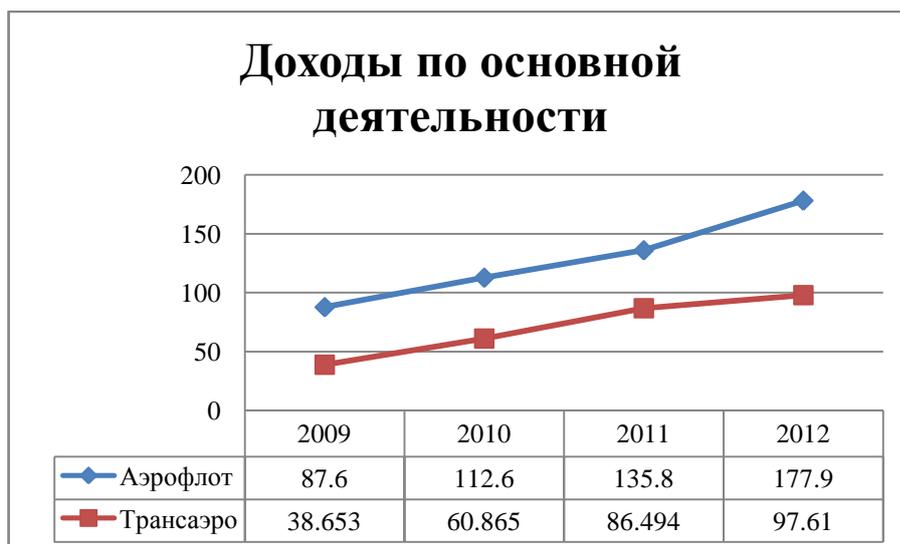


Рис.4.Расходы по основной деятельности

Данные таблиц 1,2 и рисунков 1-4 свидетельствуют о достаточно успешной деятельности компаний. К 2025 году новой стратегией Аэрофлота предусмотрено вхождение в число 20 крупнейших глобальных игроков рынка авиаперевозок по объему пассажиропотока и выручке. увеличение объемов перевозок запланировано на уровне до 70 млн. пассажиров в год и выше. Авиакомпания «Трансаэро» вышла на рынок авиаперевозок между Россией и США. Компания начала регулярные полеты из Москвы в Нью-Йорк и Майами. Также открыв рейсы в Ростов-на-Дону, Донецк и Ригу.

Библиографический список:

1.Б.Н.Кузык Оборонно-промышленный комплекс России: прорыв в 21 век. М.; Российский биографический институт,1999.

2.Наука и высокие технологии на рубеже третьего тысячелетия (социально-экономические аспекты развития) Руководители авт. колл. В.Л.Макаров, А.Е.Варшавский. - М.; Наука, 2001.

3.Российская цивилизация: через тернии к звездам. Сборник М.; Вече 2003

УДК 504.054

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЧИСТКИ
ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ САЖИ С
УЧЕТОМ УЛАВЛИВАНИЯ ЧАСТИЦ ВНУТРИ И НА ПОВЕРХНОСТИ
МАТЕРИАЛА ФИЛЬТРА**

¹ Новосибирский государственный технический университет,г. Новосибирск

² Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

Ефанова У. Г., Верниковская Н. В.

va703m@mail.ru

Экологические проблемы крупных городов осложняются высокими темпами роста автомобильного парка. Доля автомобилей с дизельными двигателями в мире составляет примерно 15 %. Известно, что дизельные двигатели по сравнению с двигателями внутреннего сгорания выбрасывают в атмосферу много мелких частиц сажи, оксидов азота и других вредных веществ.

Целью работы являлось разработка и развитие методов математического моделирования процессов очистки отходящих газов дизельных двигателей от полидисперсных частиц сажи в пористых каталитических фильтрах с учетом улавливания частиц сажи как внутри пористого материала, так и на его поверхности с дальнейшим ростом высоты слоя сажи.

Уравнения для концентраций частиц заданного размера в газовой фазе и уравнение для содержания уловленных частиц в фильтре дополнялись

уравнением для расчета высоты накопленной на поверхности фильтра сажи и уравнением для расчета скорости фильтрации газа, которая зависит как от отложения сажи сверху, так и внутри пористого материала фильтра. Входные условия для уравнений по концентрациям частиц заданного размера определялись из нормально-логарифмического закона распределения частиц дизельной сажи по размерам.

Для решения системы уравнений был разработан и реализован алгоритм, в котором учитывалось формирование дренажного слоя (налипание частиц сажи на поверхность материала фильтра) и накопление частиц сажи в материале фильтра. Математическая модель имеет вид:

Частицы k -го размера в газовой фазе:

$$\varepsilon_F \frac{\partial c_k}{\partial t} + v \frac{\partial c_k}{\partial x} = -v c_k \eta_k \varphi, \quad k = 1, N \quad (1)$$

Количество уловленной сажи в фильтре:

$$\frac{\partial m}{\partial t} = v c \eta \varphi, \quad c \eta = \sum_{k=1}^N c_k \eta_k \quad (2)$$

Скорость фильтрации газа через фильтр:

$$v = \frac{1}{S} \cdot \frac{\partial V_{газа}}{\partial t} \quad (3)$$

Объем очищенного газа:

$$\frac{\partial V_{газа}}{\partial t} = \frac{S \Delta P}{\mu \left(r_0 \cdot X_0 \cdot \frac{V_{газа}}{S} \right) + \left(K_F \int_0^L \frac{1}{d^2} \cdot \frac{(1 - \varepsilon_F)^2}{\varepsilon_F^2} dl \right) \cdot \mu} \quad (4)$$

Высота дренажного слоя:

$$h_D = X_0 \cdot \frac{V_{газа}}{S} \quad (5)$$

Отношение объема дренажного слоя к объему очищенного газа:

$$X_0 = \frac{\left(\sum_{k=1}^N (C_k^{сблх} - C_k^{сх}) - \bar{m} - \sum_{k=1}^N \bar{C}_k \right) \rho_2}{\rho_{сажи} (\rho_{сажи+газ} - \sum_{k=1}^N C_k^{сх})} \quad (6)$$

Начальные и граничные условия:

$$t = 0 : c_k = 0, k = 1, N; m = 0$$

$$x = 0 : c_k = c_k^{сх} \quad (7)$$

Здесь c_k - концентрация частиц сажи k -го размера, m - количество уловленной сажи, η_k - эффективность улавливания частиц k -го размера, φ - глубина проникновения сажи внутрь материала фильтра, ε_F - порозность материала фильтра, t - время, x - координата по толщине фильтра, S - поверхность фильтра, r_0 - сопротивление дренажного слоя, d - диаметр пор

материала фильтра, $\overline{m}, \overline{c_k}$ - интегральные характеристики по толщине фильтра, L - толщина материала фильтра.

От количества уловленной сажи зависят такие параметры, как диаметр волокна, доля свободного объема и диаметра пор материала фильтра.

На первом этапе было проведено исследование процесса очистки выхлопных газов от сажи с учетом отложения сажи внутри пористого материала. Рассматривались два типа материала фильтра: волокнистый кварц и SiC, и два распределения частиц сажи по размерам: после ацетиленовой горелки (стандартное отклонение от медианы для частиц = 1,24 и медиана для частиц = $0,14 \cdot 10^{-6}$ м) и в выхлопных газах легкового автомобиля Опель (стандартное отклонение = 1,74, а медиана для частиц = $0,17 \cdot 10^{-6}$ м).

На рис. 1 и 2 приведена динамика роста диаметра волокна для материала фильтра из SiC для двух распределений частиц сажи.

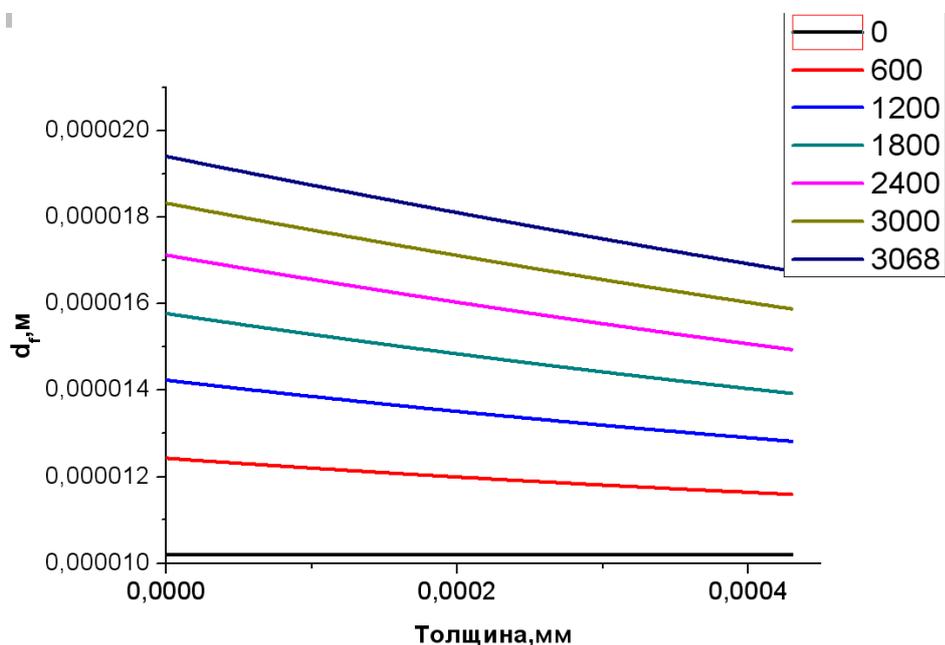


Рис.1. Динамика роста диаметра волокна фильтра при очистке выхлопных газов автомобиля Опель, материал фильтра: SiC за 3068 с.

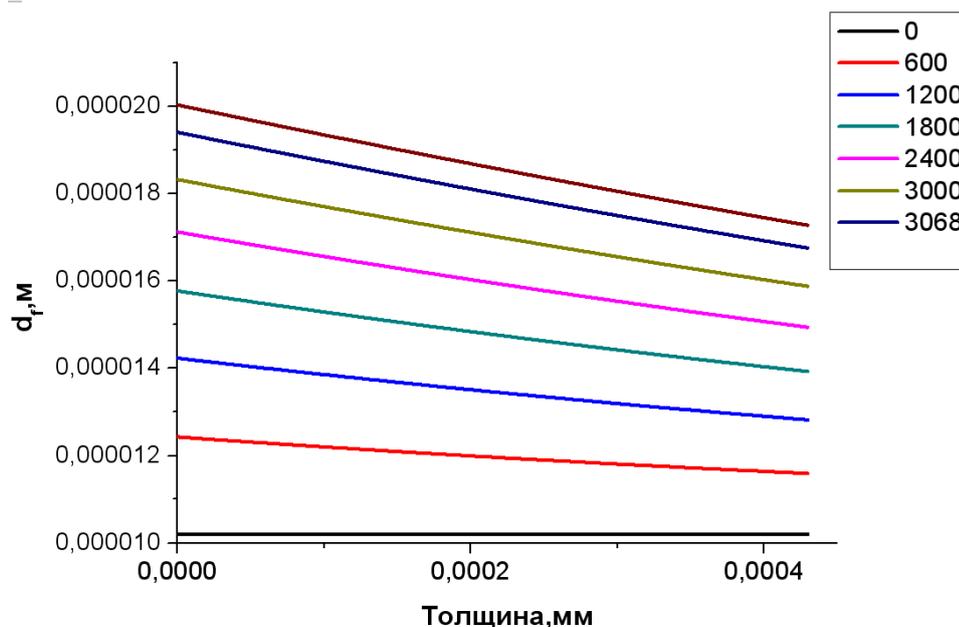


Рис.2. Динамика роста диаметра волокна фильтра при очистке газов после ацетиленовой горелки, материал фильтра: SiC за 3068 с.

Диаметр волокна увеличивается быстрее в случае распределения частиц, характерного для автомобиля Опель, так как медиана для частиц в этом случае больше.

На рис. 3 и 4 приведено изменение эффективности улавливания частиц по времени для волокнистого кварца для двух распределений частиц сажи по размерам.

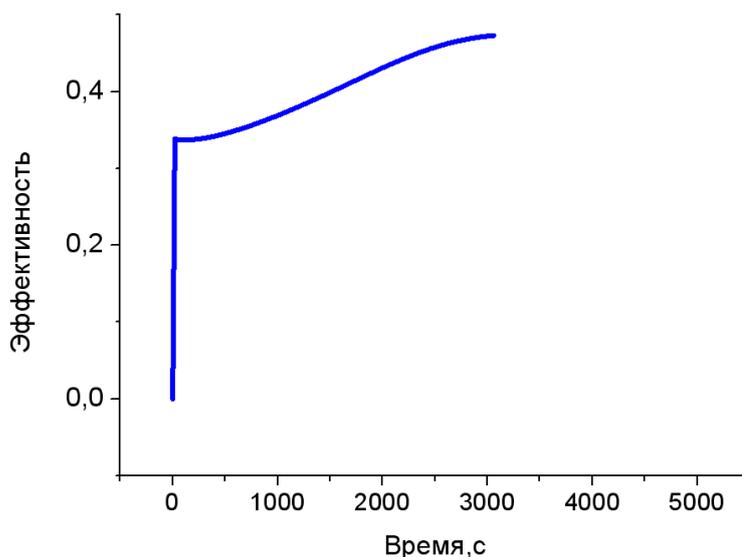


Рис. 3. Эффективность улавливания частиц при очистке выхлопных газов автомобиля Опель, материал фильтра: волокнистый кварц за 3068 с.

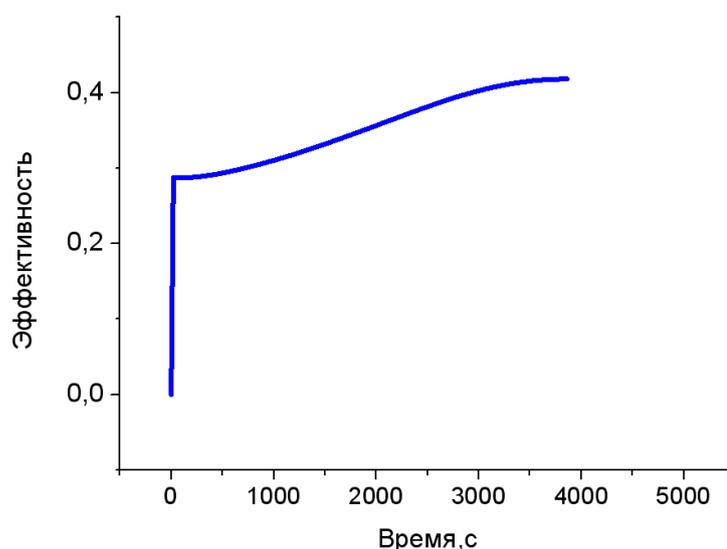


Рис. 4. Эффективность улавливания частиц при очистке газов после ацетиленовой горелки, материал фильтра: волокнистый кварц за 4000 с.

Так как в случае выхлопных газов автомобиля Опель частицы крупней, то происходит более быстрое ими заполнение фильтра. Диаметр волокна при этом увеличивается быстрее, а доля свободного объема и диаметра пор материала фильтра более интенсивно уменьшаются. Уменьшение диаметра пор и пористости фильтра приводит к тому, что частицы сажи все труднее проникают вглубь фильтра, при этом эффективность улавливания повышается.

Таким образом, результаты численного анализа процессов в фильтрах показали, что разработанная математическая модель учитывает улавливание полидисперсных частиц сажи внутри пористого материала. Она также позволяет учитывать отложение сажи на поверхности материала фильтра.

УКД 34

К ВОПРОСУ ОБ УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ КАПИТАНА ВОЗДЕШНОГО СУДНА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В СОСТОЯНИИ АЛКОГОЛЬНОГО, НАРКОТИЧЕСКОГО И (ИЛИ) ИНОГО ОПЬЯНЕНИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г Новосибирск
Жданова С.А., Сухоруков С.И.
svetic9494@mail.ru

Ежегодно в авиакатастрофах погибают тысячи людей. Одной из причин падения самолета является нахождение пилота воздушного судна в состоянии алкогольного, наркотического или иного опьянения.

За последние несколько лет средства массовой информации с завидной частотой печатали статьи, где причиной гибели людей в авиакатастрофах стало именно наличие промилле в крови пилота. Несмотря на данное обстоятельство, законодатели в обозримом будущем не ведут разговоры о привлечении данной группы людей к уголовной ответственности.

С 2015 года для автомобилистов устанавливается новая предельная норма 0,3 промилле. Так же с июля текущего года в уголовный кодекс добавляется статья 264.1, которая ужесточает наказание «пьяным водителям», теперь для них, даже в отсутствии общественно опасных последствий, предусмотрена, помимо административной, уголовная ответственность.

Однако, опьянение пилота, которое несет большую степень общественной опасности, не подлежит уголовному преследованию.

Напомним, при уровне алкоголя в крови от 0,3 до 0,59 промилле уже есть нарушения концентрации, в поведении заметны средневыраженная эйфория, расслабление, ощущение радости, говорливость и понижение сдержанности. Абсолютно ясно, что в данном состоянии управлять сложным техническим средством не рекомендуется, а для командира воздушного судна и вовсе противопоказано, это может привести к летальному исходу пассажиров, находящихся на борту данного самолета.

Так, например, причиной гибели «Боинга–737-505» в Перми, в результате которого погибли 88 человек, в том числе 7 детей и 6 членов экипажа, стало опьянения пилота

Росавиация с 2011 года размещает списки пилотов, которых уличили в употреблении алкоголя, наркотика или иных психоактивных веществ. Несмотря на то, что увольнение данных людей произошло из-за грубого нарушения трудовой дисциплины, устройство их в другую авиакомпанию вполне возможно. Это происходит, потому что работодатель, в большинстве случаев, при принятии на работу не проверяет информацию, публикуемую на сайте росавиации или попросту «закрывает на это глаза» в виду нехватки сертифицированных командиров воздушного судна или пилотов.

На сегодня, уголовная ответственность пилотов возникает только в случаях, предусмотренных статьей 163 уголовного кодекса. А именно, если их действия повлекли причинения тяжкого вреда здоровью либо крупного ущерба. Считаю необходимым ужесточить ответственность за данный вид правонарушения.

В связи с вышесказанным считаю необходимым добавить в уголовный кодекс статью 264.2 «Нарушение правил безопасности движения воздушного транспорта в состоянии опьянения» в следующей редакции:

«Управление воздушным транспортным средством лицом, находящимся в состоянии алкогольного, наркотического и (или) иного опьянения либо имеющим судимость за совершение преступления, предусмотренного статьей 264 настоящего Кодекса, -

наказывается штрафом в размере до пяти миллионов рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до пяти лет с лишением права заниматься определенной деятельностью на срок до 7

лет либо обязательными работами на срок до 480 часов с лишением права заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет либо лишением свободы на срок до 6 лет с правом заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет.»

Библиографический список:

1) Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 02.07.2013

2) www.favt.ru/

3) http://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fru.m.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%259E%25D0%25BF%25D1%2580%25D0%25B5%25D0%25B4%25D0%25B5%25D0%25BB%25D0%25B5%25D0%25BD%25D0%25B8%25D0%25B5_%25D1%2581%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25B6%25D0%25B0%25D0%25BD%25D0%25B8%25D1%258F_%25D0%25B0%25D0%25BB%25D0%25BA%25D0%25BE%25D0%25B3%25D0%25BE%25D0%25BB%25D1%258F_%25D0%25B2_%25D0%25BA%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D0%25B8

УДК 629.7.028

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Желободько Б.А., Рынгач Н.А.

boris.zhelobodko@gmail.com

Объектом исследования магистерской диссертации является процесс фрезерной обработки деталей типа «фитинг» (рис.1).

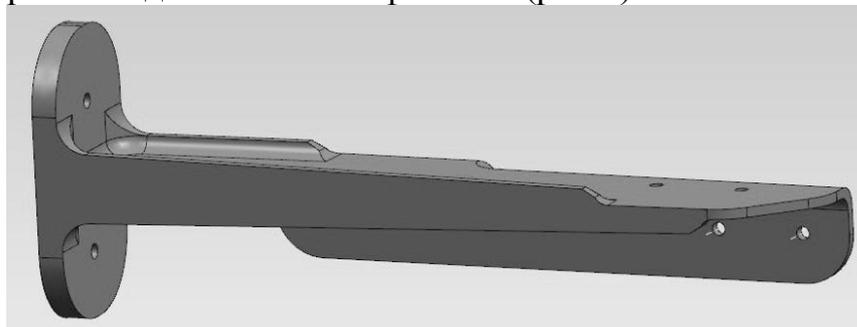


Рис.1. Фитинг

Целью исследования было проектирование станочного приспособления для базирования и закрепления заготовки в двух положениях, необходимых и достаточных для механической обработки деталей. Стоит отметить, что до

этого для каждой установки использовалось свое приспособление, это вело к дополнительным временным затратам на установку и переналадку оборудования.

На основании технического задания цеха заказчика было спроектировано приспособление для данного технологического процесса (рис.2). В качестве средства проектирования оснастки был использован программный продукт NX 8.0. Встроенный CAD – модуль позволяет моделировать конструкторские построения и создавать объемные тела, из которых будет представлено все изделие.

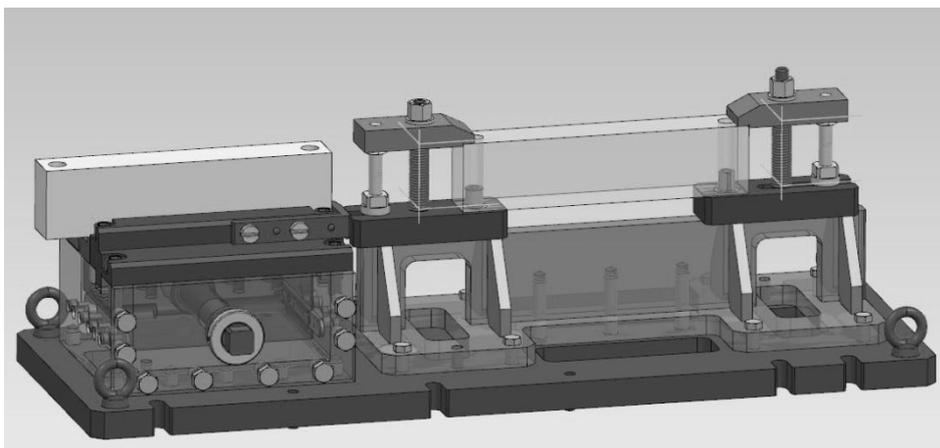


Рис.2. Фрезерное приспособление для обработки прикладных фитингов

Краткая последовательность обработки:

- Первое положение: Заготовка базируется по 3-м плоскостям (горизонтальной и вертикальной поверхности неподвижной губки тисов и упора) и прижимается сбоку подпижной губкой.

- Второе положение: Заготовка переворачивается и базируется по горизонтальным плоскостям стоек и двум пальцам (цилиндрическому и ромбическому) и прижимается сверху по краям прижимами.

Плюсы приспособления:

- приспособление данной конструкции позволяет выполнять последовательно две установки без переналадки станка;
- имеет небольшой вес за счет «окон» в ребрах жесткости и основной плите;
- быстро и просто производить съём заготовки во втором положении за счет использования пружин на болтах под прижимами;
- возможность использования приспособления для механической обработки деталей схожей конструкции и габаритов.

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛИ «НАПРАВЛЯЮЩАЯ»

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Желудков А.П.

Zheludckov.artem@yandex.ru

Введение

Лазерная закалка (термическое упрочнение лазерным излучением) металлов и сплавов лазерным излучением основано на локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка со сверхкритической скоростью в результате теплоотвода теплоты во внутренние слои металла.

В отличие от известных процессов термоупрочнения закалкой токами высокой частоты, электронагревом, закалкой из расплава и другими способами [1,2] нагрев при лазерной закалке является не объемным, а поверхностным процессом, что исключает изменение как макро так и микрогеометрии обрабатываемых деталей. Основной целью лазерной закалки сталей является повышение износостойкости деталей, работающих в условиях трения. В результате лазерной закалки достигаются высокая твердость поверхности, высокая дисперсность структуры, уменьшение коэффициента трения, увеличение несущей способности поверхностных слоев.

Особенности технологии лазерного термоупрочнения

- Упрочнение лучом лазера осуществляется без оплавления поверхности – это исключает изменение шероховатости и необходимость в последующей механообработке (шлифовка, полировка и т.д);
- Лазерная закалка обеспечивает наименьшие износ и коэффициент трения, а закалка в печи – наибольшие. Наряду с этим лазерная закалка характеризуется очень малой приработкой (всего два-три цикла).
- Термический цикл, при лазерном упрочнении по выше перечисленным характеристикам, самый быстрый по сравнению с термическими циклами всех остальных существующих методов закалки и составляет 0,3...0,5 с. Эти условия обеспечивают высокие скорости нагрева и охлаждения обрабатываемых поверхностных участков в результате чего достигаются высокая твердость поверхности, высокая дисперсность и однородность структуры, уменьшение коэффициента трения, увеличение несущей способности поверхностных слоев и другие параметры;
- Высокая производительность данной технологии характеризуется автоматизацией процесса лазерного термоупрочнения и исключением необходимости термообработки всей детали, а лишь локальных участков подверженных износу;

- отсутствие проблем прочности связи (адгезии) упрочненного слоя с основной массой детали, как, например, при использовании технологии напыления;

- Возможность упрочнения поверхностей любой сложности и геометрии благодаря современному лазерному технологическому оборудованию;

Выбор оборудования и разработка технологического процесса для лазерного термоупрочнения

Технологический процесс лазерного термоупрочнения определяется следующими входными параметрами и характеристиками:

Входные параметры:

- мощность излучения;
- диаметр пятна фокусирования;
- время облучения или скорость обработки т.е. скорость перемещения пятна по детали;
- распределение мощности по облучаемой поверхности (в пятне).

Характеристики в зоне лазерного воздействия на металл:

- температура нагрева;
- скорость нагрева;
- время нагрева;
- скорость охлаждения;

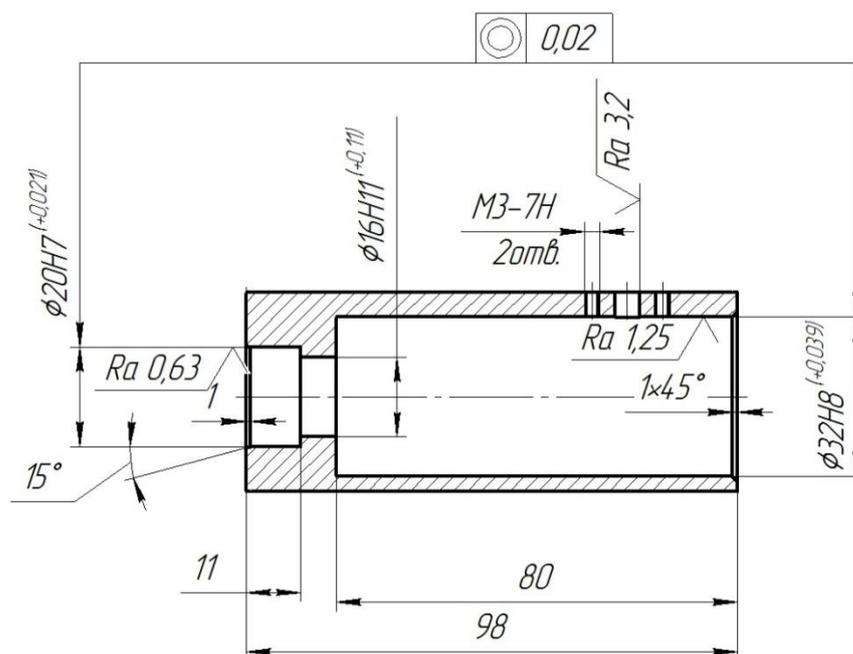


Рис. 1. Чертеж детали

Обработку цилиндрических поверхностей осуществляют по трем схемам [3]: наложение односпиральных полос (рис.2а), двух спиральных полос навстречу друг другу (рис.2б), а так же наложение полос вдоль оси (рис.2в).

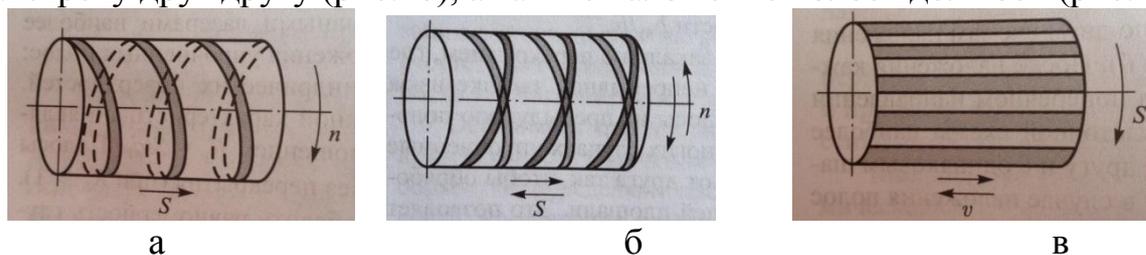


Рис. 2. Схемы упрочнения цилиндрических деталей [3]

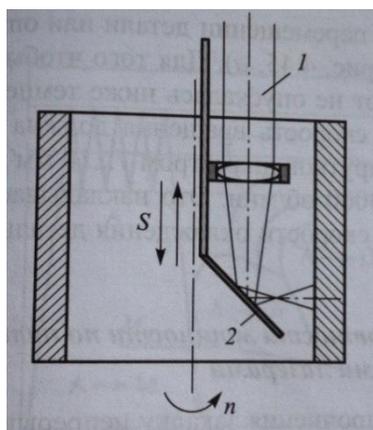


Рис. 3. Схема упрочнения внутренней цилиндрической поверхности [3]

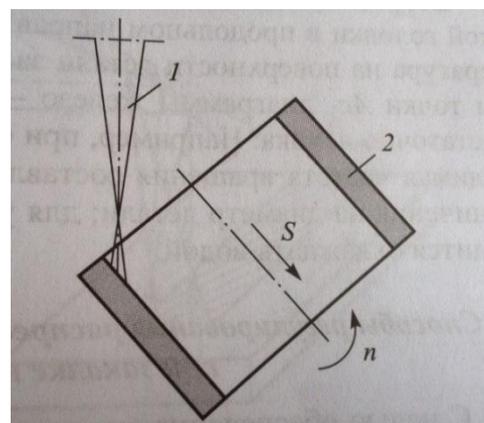


Рис. 4. Схема упрочнения внутренней поверхности цилиндра лучом, направленным под углом к оси втулки [3]

Упрочнение внутренней поверхности втулки производится с помощью отклоняющего зеркала вводимого внутрь детали (рис.3). При получении спиральных полос для достижения заданной линейной скорости обработки V , втулку вращают непрерывно с частотой n с одновременным перемещением в продольном направлении с подачей S . В ряде случаев внутренние поверхности упрочняют, направляя лазерный луч под углом к поверхности, без ввода отклоняющего зеркала внутрь втулки (рис.4). Поскольку при угле менее 30° из-за увеличения доли отражения происходит ухудшение качества упрочнения, ширина упрочненных участков ограничена.

Так же, как и при импульсной обработке, при $K_n < 1$ имеются зоны повторного нагрева и зоны отпуска в ранее упрочненном объеме шириной до 400мкм. Для уменьшения этих размеров существует ряд рекомендаций. Во-первых, предпочтительнее обработка при больших скоростях с высоким градиентами температуры. Во-вторых, периферийную часть лазерного пятна с невысокой плотностью мощности рекомендуется отсекасть.

Режимы лазерного термоупрочнения были определены путем проведения нескольких экспериментов и проб, на основе существующих режимов для лазерного термоупрочнения. Опыты производились на технологическом лазерном комплексе ХЕБР - А1.

- Непрерывный режим работы
- Длина волны 10,6 мкм
- Оптическая мощность 1,3 кВт

На основании представленных исследований выявлена, целесообразность использования лазерного термоупрочнения в технологическом процессе изготовления детали типа «втулка».

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Иванцовский В.В. Технологическое обеспечение качества поверхностного слоя деталей машин при интеграции поверхностной термической и финишной механической обработки // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2005. - №6. - С. - 43-46.
2. Рахимьянов Х.М. Теоретические основы комбинирования высокоинтенсивных термических и деформационных процессов в поверхностной обработке: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук / Х.М. Рахимьянов. – Тула : Изд-во НГТУ, 1998. – 40 с.
3. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Г834 Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664 с.: ил.

УДК 628.3

БЕЗРЕАГЕНТНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

¹Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

²Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Жумабай С.Б.^{1,2}, Ларичкин В.В.¹, Тлеулесов А.К.^{1,2}, Червяков В.Ю.¹

symbat_071@mail.ru

Практически на всех предприятиях для разных целей используется вода, а значит, будут и её загрязнения. Поэтому обеспечение эффективной очистки производственных сточных вод для защиты водоемов от загрязнений является крайне актуальной задачей.

Сооружения механической, химической и физико-химической очистки сточных вод могут с высокой эффективностью очищать от неорганических примесей, но не могут обеспечить полного удаления нефтепродуктов и очистку сточных вод от растворенных органических веществ, а также устранить специфический запах нефтепродуктов[1].

Для решения проблемы предотвращения загрязнения водных объектов необходимо внедрять на предприятиях более современные экономичные и эффективные методы очистки сточных вод.

В работе рассматривается технология безреагентной очистки сточных вод от органических примесей на основе турбоконвертора [2]. Принцип работы оборудования основан на взаимодействии встречных организованных закрученных потоков жидкости (сточной воды) с эжектированием атмосферного кислорода (воздуха). Таким образом, с помощью специальных устройств за счет физических действий без химических реактивов в воде проводятся такие химические реакции как ионообмены и диссоциации. Все загрязнения, содержащиеся в воде, «сгорают» в ней же, а на выходе получаются CO_2 и H_2O + взвеси, которые можно утилизировать с помощью специальных печей или вывезти в отвал.

Сточные воды из коллектора попадают в устройство грубой очистки, находящееся в емкости сбора сточных вод КНС. Устройство отделяет мусор, попавший в коллектор. Отделившийся мусор собирается в корзину, которую очищают по мере заполнения. Насос-конвертор организует взаимодействие потоков грубо очищенной сточной воды, что приводит к принудительной диссоциации солей на ионы с образованием нерастворимых (или труднорастворимых) солей и активного кислорода. Вода с образовавшимися взвесями перекачивается существующими насосами КНС в сепаратор, где происходит отделение твердых взвесей, а условно чистая вода по трубопроводу направляется в существующий слив. Сепаратор располагается на открытой площадке рядом с корпусом КНС и состоит из двух частей: сепаратора и контейнера для сбора осадка. Собранный осадок утилизируется на шлак котельной.

Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН было проведено испытание конвертора для очистки сточных вод от загрязнений нефтепродуктами на модельном растворе, который представлял собой 500 г нефтепродукта влитых и перемешанных в 80 литрах водопроводной воды, что дает примерное содержание нефтепродуктов 6000 мг/л.

Определение нефтепродуктов в пробе исходного материала было невозможным из-за наличия на ее поверхности мощной пленки нефтепродуктов и, вероятно, масложировой, свидетельствующих о чрезвычайно высоком уровне загрязнения воды. Поэтому определение нефтепродуктов провели в трех пробах:

проба №1, после предварительной обработки – подпленочная загрязненная вода содержала нефтепродукты в количестве 480-490 мг/л;

проба №2, после дополнительной обработки – подпленочная загрязненная

вода содержала нефтепродукты в количестве 470-480 мг/л;

проба №3, после дополнительной обработки в двух стадиях – подпленочная загрязненная вода содержала нефтепродукты в количестве 210-230 мг/л.

Безреагентная обработка загрязненных вод была проведена в двух режимах и на трех скоростях потоков, регулируемых программным обеспечением оборудования.

Анализ полученных результатов испытаний указывает на явную динамику уменьшения количества нефтепродуктов в загрязненной пробе с увеличением времени ее обработки в конверторе и позволяет предположить высокую результативность испытанной техники при очистке вод со сложными загрязнителями [3].

Таким образом, для решения проблемы минимизации загрязнения водных объектов необходимо внедрять на предприятиях более экономичные и эффективные способы очистки сточной воды, что в свою очередь позволит сбрасывать в водоемы сточные воды, качество которых будет соответствовать нормам.

Приведенный выше пример использования турбоконверторов для очистки сточных вод от нефтепродуктов предполагается испытать в реальных условиях на Павлодарском нефтехимическом заводе.

Библиографический список:

1. Гербер В.Я. Биохимическая очистка сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. - М: ЦНИИГЭнефтехим. - 1974. - 115с.
2. <http://turboconverter.com/>
3. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - № 6, 2011.

УДК 621.785.5

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ СВОБОДНЫМИ ШАРИКАМИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Журавлева А.В.

sashka093@mail.ru

Современные энергетические, транспортные и другие машины работают в условиях циклической нагрузки. Их качество в значительной мере определяется усталостной прочностью наиболее ответственных деталей. Незначительное механическое повреждение поверхности или ее дефекты служат очагами зарождения усталостной трещины, определяют

преждевременное разрушение детали при циклическом нагружении. Поверхностные слои определяют прочность детали в целом также и потому, что при основных видах напряженного состояния (изгиб, кручение) в реальных деталях эти слои испытывают максимальное напряжение от внешних нагрузок. Именно этим объясняется широкое распространение и развитие многочисленных методов поверхностного упрочнения деталей.

Существует различные методы упрочнения деталей, такие как дробеструйная обработка, ультразвуковое упрочнение [1,2]. Для тонкостенных деталей сложной конфигурации наиболее результативным методом будет являться ультразвуковое упрочнение свободнолетающими шарами.

Ультразвуковое упрочнение свободными шариками, являющимся эффективным способом повышения эксплуатационных характеристик детали, может оказаться наиболее рациональным для обеспечения необходимых характеристик данного изделия. Этот метод характеризуется ударным воздействием на поверхность деталей свободнолетающих шаров, получающих кинетическую энергию от колеблющихся с ультразвуковой частотой стенок и дна ультразвуковой камеры. На рис. 1 приведена принципиальная схема ультразвукового упрочнения (УЗУ) свободными шариками.

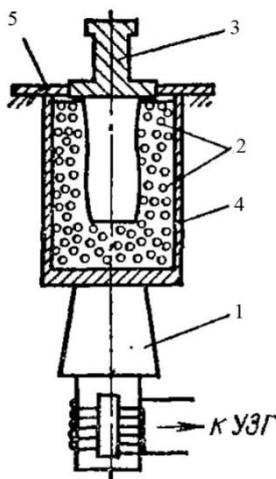


Рис. 1. Принципиальная схема метода ультразвукового упрочнения свободными шариками: 1 – магнитострикционный преобразователь; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – шарики; 4 – полый волновод; 5 – крышка

Данное устройство работает следующим образом: обрабатываемая деталь 2 закрепляется на крышке 5 и помещается в рабочую камеру 4. Металлические шарики 3 засыпаются в один ряд на дно стакана-волновода 4. После включения преобразователя 1 ультразвуковые колебания передаются дну и стенкам стакана-волновода 4. Волноводы имеют различную конструкцию в зависимости от параметров обрабатываемой детали. Под воздействием ультразвуковых колебаний металлические шарики 3 совершают колебательное движение в промежутке обрабатываемая поверхность – излучающая поверхность, получая каждый раз

дополнительный импульс кинетической энергии при встрече с излучающей поверхностью. За счет многочисленных ударов шариков по обрабатываемой поверхности происходят упругие и упругопластические деформации в поверхностном слое, что приводит к изменению ее качества по физико-механическим и геометрическим характеристикам. На поверхности формируется специфический микрорельеф. Основными технологическими параметрами УЗУ свободными шариками являются: время упрочнения (τ_y), диаметр шариков ($d_{ш}$), амплитуда колебаний волновода (A_k) и расстояние до обрабатываемой детали. В таблице 1 представлены технологическая характеристика УЗУ свободными шарами.

Табл. 1. Технологическая характеристика УЗУ свободными шарами

Частота ультразвуковых колебаний	18-22 кГц
Амплитуда колебаний	до 25 мкм
Скорость полета шарика	до 50 м/с
Габаритные размеры камеры	до 270x500 мм
Диаметров шаров	1 – 5 мм
Время обработки	30 – 120 сек

Реализация данного метода осуществлялась на детали типа «рычаг» (рис. 2), которая при работе подвергается сложному знакопеременному нагружению.

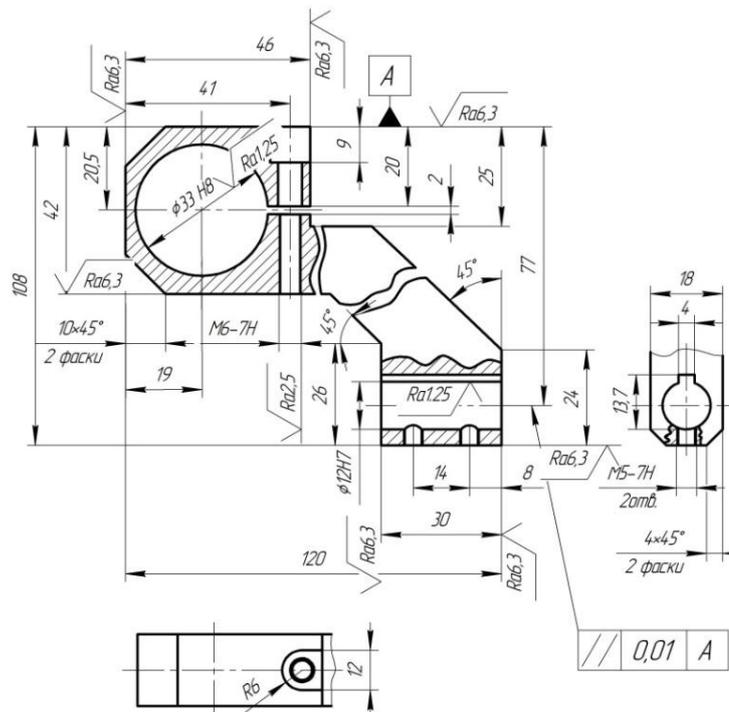


Рис. 2. Чертеж детали

При обработке детали, имеющую сложную геометрическую форму, обеспечение равномерности обработки всех поверхностей представляет значительную сложность. Поэтому задача закрепления детали представляет

определенную сложность.

Как показал анализ, при подвешивании детали на крюке за отверстие Ø33 (рис. 3) поверхности детали располагаются под разными углами к излучающей поверхности волновода, что, несомненно, отразится на равномерности параметров деформированного упрочнения и геометрических параметров. Этот недостаток возможно существенно уменьшить, если во время обработки придать детали дополнительное движение. Анализ схем показал, что деталь достаточно повернуть на $\pm 30^\circ$ относительно равновесного положения специальным устройством подвески (см. рис. 3). В детали есть отверстия, которые необходимо защитить в процессе обработки, для чего применяются специальные пробки.

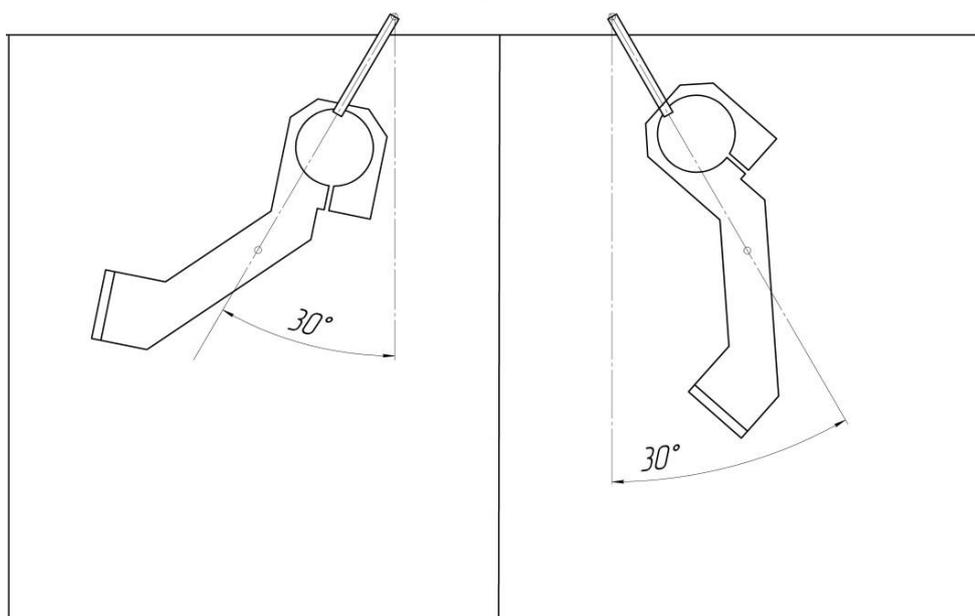


Рис. 3. Схема поворота детали

Время обработки (производительность) во многом будет определяться количеством шариков, участвующих в процессе УЗУ. Анализ показывает, что для достижения максимальной производительности необходимо, чтобы шарики при расположении в один слой занимали 90-100% площади дна неколеблющегося волновода. Поэтому важной задачей является определение количества шариков, которые необходимо поместить в стакан. Определение количества шариков с учетом следующих соображений: шарики засыпаются на дно стакана в один ряд. Основные параметры, влияющие на количество шаров, являются диаметр дна стакана ($D_{\text{дна}}$) и диаметр шарика ($D_{\text{мал}}$).

Для расчета количества шариков используем следующую зависимость:

$$N_{\text{ш}} = 1 + \sum_{m=\frac{1+x}{2}}^{k+\frac{x-1}{2}} [2\pi m]$$

Формула получена следующим образом: центры шариков находятся на окружностях, диаметры которых равны $2mD$ (целая составляющая m принимает нечетное выражение), количество шариков, расположенных по

длине окружности можно найти, разделив длину окружности на диаметр шарика ($N = \frac{L}{D}$) или $N = \frac{2\pi mD}{D} = 2\pi m$. Знак Σ говорит о том, что необходимо суммировать шарики, находящиеся на окружностях диаметром $2mD$.

Рассчитанные значения $N_{ш}$ в зависимости от $D_{дна}$ приведены в таблице 2.

Табл. 2. Расчетные значения $N_{ш}$

k	2	3	4	5	10	20
$D_{дна}$	5D	7D	9D	11D	21D	41D
$N_{ш}$	19	37	61	91	331	1261

Опыты показали, что данный метод позволяет улучшать качество поверхностного слоя деталей, имеющих сложную геометрию, имеет высокую производительность и может быть рекомендован для внедрения в промышленность.

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю.С. Технологическое обеспечение геометрических параметров качества поверхности при ультразвуковом пластическом деформировании // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2012. – №3 – С.33 – 36.
2. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю.С. Моделирование процесса формирования регулярного микрорельефа при ультразвуковом пластическом деформировании // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010 – №2. – С.3 – 10.

УДК 681.51

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВНЫЕ
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Жусупов Т.А., Лаврентьева А.В.
annie1105@yandex.ru

На сегодняшний день автоматизация технологических процессов - это значимое звено в общей системе существования и развития любого современного предприятия.

Замена человеческого труда машинным, распределение функций между человеком и компьютером в процессе управления технологией приводит к большей эффективности и качеству принимаемых технологических решений, сокращению сроков их реализации, снижению затрат, обеспечению

максимального уровня оперативности и гибкости, а также сокращению численности персонала. Внедрение новых технологических процессов служит определяющим условием комплексной автоматизации производства в целом. Ее роль с учетом информационно-технических и экономических факторов с каждым годом становится все более значимой. Это обусловлено целым рядом причин, из которых можно выделить следующие: производство новой продукции с минимальными затратами бюджета и времени, а также стремление к повышению уровня квалификации персонала в области информационных технологий.

Для повышения эффективности технологических процессов широко применяются все более новые технологии, которые улучшают статистику системы производства. Традиционные методы улучшения качества производства, которые основывались на контроле сотрудников, уже не эффективны и не предоставляют ожидаемых результатов. Одним из новых подходов по улучшению качества производства является несложное математическое решение, реализованное с помощью простых компьютерных программ.

Таким образом, создание процессов автоматизации сочетает в себе огромный ряд качеств, таких как: доступность, простота реализации, многофункциональность, ориентированность на сотрудников с низкой подготовкой в области информационных технологий, а также возможность гибко и быстро производить вычислительные расчеты, что является актуальным в современных условиях.

Практика показывает, что новые технологии чаще всего используются для автоматизации систем контроля печатных машин и не используются с целью расчета необходимого материала для печати, инженеры рассчитывают все вручную. В связи с этим представляло интерес произвести автоматизацию расчетов стоимости и параметров для печати на примере новосибирской типографической компании по выпуску различного рода этикеток, а также рассмотреть влияние процесса автоматизации на основные показатели деятельности этого предприятия.

Совершенствование производства неразрывно связано с его автоматизацией. Рассмотрим этапы процесса автоматизации в компании.

1 этап. Анализ работы предприятия. Задача: нахождение различного вида работ, которые можно автоматизировать.

2 этап. Создание программы, которая смогла бы заменить работу инженера и сократить расходы компании.

3 этап. Тестирование программы. Сопоставляя результаты программы и результаты инженера, можно сделать вывод что, работая с программой:

- сокращается время расчетов на 80%,
- увеличивается точность расчетов для печати на 10%,
- увеличивается на 15 % соразмерность цены для заказчика.

4 этап. Адаптация программы под работу менеджеров. Разработка нового интерфейса, с которым менеджер смог бы легко и быстро работать параллельно, разговаривая с клиентом о заказе. В результате создания нового интерфейса:

- увеличилась производительность труда на 40%,
- на 20 % повысилось желание работать с программой,
- на 50 % улучшилось качество работы.

5 этап. Внедрение программы с целью расчета необходимого материала для печати в производство приводит к изменениям в работе компании. Главный экономический эффект от внедрения средств автоматизации заключается в улучшении экономических и хозяйственных показателей работы всего предприятия. Обозначим пути достижения экономического эффекта от внедрения систем автоматизации. [1]

1. Снижение потерь клиентов из-за несостоявшихся встреч или звонков. Экономический эффект определяется исходя из упущенной выгоды от потенциальной стоимости заказа и претензий, предъявленных клиентом.
2. Увеличение процента повторных заказов объясняется более качественной работой с клиентской базой и быстрым обслуживанием клиентов (заказы стали выполняться раньше срока). Как следствие – увеличение прибыли от работы с каждым клиентом. Экономический эффект от этого фактора носит непрогнозируемый характер.
3. Увеличение количества клиентов, обслуживаемых одним менеджером. Экономический эффект заключается в сокращении затрат на персонал и повышением работоспособности. В результате экономии рабочей силы происходит снижение затрат на заработную плату, снижение отчислений в фонды, снижение зависящих от заработной платы накладных расходов и рост прибыли из-за использования высвободившейся рабочей силы. Но добавляются затраты на обучение персонала работы с программой и стоимость самой программы. Персонал проходит плановое обучение в своей компании в виде мастер-класса.
4. Результаты расчетов передаются в цех и заносятся параметры в печатную машину. Допустив ошибку в параметрах можно нанести вред производству (например, поломка печатного оборудования). После внедрения процесса автоматизации произошло повышение безопасности производства и снижение риска. Расширение знаний о взаимосвязи процессов. Уточнение производственных инструкций. Эффекты, связанные с формированием процессов оказывают положительное влияние на все составляющие процесса производства.
5. В результате более точных расчетов параметров (краска, нож для бумаги, фольга, шаблоны, рапорт) происходит высвобождение части средств производства.

6. Повышение производительности оборудования обуславливает возрастание прибыли и снижению удельных затрат (текущий эффект).

7. Снижение износа оборудования приводит к снижению стоимости ремонта.

8. Снижение трудоемкости расчетов приводит к повышению производительности труда. В таблице 1 приведены данные трудоемкости до и после внедрения процесса автоматизации. Если пользователь при выполнении i -вида работ с применением программы экономит ΔT_i мин, то повышение производительности труда P_i (%) определяется по формуле [2]:

$$P_i = \left(\frac{\Delta T_i}{F_i - \Delta T_i} \right) \cdot 100;$$

где F_i - время, которое планировалось пользователем для выполнения работы i -вида до внедрения программы.

Табл. 1 Вид работ менеджеров компании

№ п/п	Вид работ	До автоматизации (F_i), мин.	После автоматизации, мин.	Экономия времени (ΔT_i), мин.	Повышение производительности труда (P_i), в %
1.	Ввод информации	40	10	30	300
2.	Проведение расчетов	20	1	19	1900
3.	Подготовка и печать отчетов	30	10	20	200
4.	Анализ и выборка данных	44	5	39	780

Таким образом, положительный эффект от внедрения процесса автоматизации достигается уже при минимальном улучшении показателей деятельности предприятия. В итоге значительно сократились трудозатраты на операции, которые ранее выполнялись вручную, сотрудники работают в едином информационном пространстве. Система соответствует запросам пользователей, выдает актуальную информацию в необходимой форме. Обмен данными между информационными базами обеспечивает слаженную и бесперебойную работу подразделений, существенно сокращает временные затраты на обработку и ввод данных и ускоряет обслуживание клиентов компании. Автоматизированная система позволила руководству оперативно анализировать текущую ситуацию на предприятии для принятия более обоснованных управленческих решений, что также положительно отразилось на показателях предприятия.

Библиографический список:

1. Гришаков В.Н. Оценка эффективности автоматизации производственных процессов в структуре железнодорожного транспорта / В.Н. Гришаков // Известия Тульского государственного университета.-2009.-№2-1.-С.152-159.
2. Поддубный А. Расчет экономического эффекта от внедрения системы автоматизации [Электронный ресурс] // Компания «Antegraconsulting» [сайт]. URL: http://www.antegra.ru/news/experts/_det-experts/4/ (дата обращения: 29.03.2015).

УДК

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА
КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ
БОЕПРИПАСОВ ПРОНИКАЮЩЕГО ТИПА СОДЕРЖАЩИХ
РЕАКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОЧНЫХ СРЕДАХ**

Уральский Федеральный Университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Нижнетагильский технологический институт (филиал),
г. Нижний Тагил
*Заводова Т.Е., Смагин К.В., Стыров А.В.,
Кравченко Н.С., Хмельников Е.А..*

В настоящее время для легкобронированной техники наблюдается тенденция перехода к броне из легких сплавов на основе алюминия и комбинированной броне. Типовые БТР и БМП, также, как и аэротранспонтабельная и плавающая техника, предположительно, будут иметь броневую защиту на основе алюминиевых сплавов толщиной от 50 мм и более.

Исходя из этого, применение «реакционных материалов» (РМ) [1] для изготовления боеприпасов, в перспективе, позволит повысить могущество и эффективность их действия. Еще одной немаловажной особенностью замены взрывчатого вещества на реакционный материал будет являться повышение их надежности и безопасности при использовании.

Существуют методы расчета позволяющие решать задачи пластического деформирования сред при проникании ударников в преграду.

Широкое применение нашли программные комплексы основанные на различных численных методах типа ТИМ-2D (не хватает знаний личных и Константина Владимировича, в дипломе нет), MasterProfessional (частиц в

ячейках аббревиатура, то же, что и ТИМ) и ряд программ основанных на методе крупных частиц (МКЧ)

Методика ТИМ предназначена для расчета двумерных и трехмерных задач механики сплошных сред на многоугольных (ТИМ-2D) неструктурированных лагранжевых сетках с произвольным количеством связей в узлах. За расчетную упругопластическую модель принята модель Джонсона-Кука. Расчет величин разделен на 2 основных этапа:

1. Расчет узловых величин – скорости, координаты (расчет уравнения движения);
2. Расчет ячеечных величин – плотности, давления и энергии (расчет уравнения энергии).

Комплекс MASTERProfessional для PC – это учебно-исследовательский программный комплекс по физике сплошных сред. В его состав включены различные алгоритмы, позволяющие моделировать реальные физические эксперименты с использованием численных методов. В комплексе MASTER реализована упругопластическая модель Джонсона-Кука.

Методика МКЧ решает поставленные задачи в декартовой системе координат. Для моделирования поведения материалов выбрана идеальная упругопластическая модель, что позволяет избежать интегрирования уравнения энергии в исходной системе соотношения. Модификация методики МКЧ, метод «концентраций», позволяет разбить исходную систему уравнений по физическим процессам на 3 этапа:

1. Эйлера – среда «заморожена», изменение параметров происходит за счет напряжений, действующих в элементарном фиксированном объеме;
2. Лагранжева – вычисление эффектов переноса среды, учитывающее массообмен между ячейками эйлеровой координатной сеткой;
3. Заключительный – в пределах объемов ячеек эйлеровской координатной сетки определяются параметры течения среды на временном слое $n+1$ с учетом переноса ее компонентов через границы ячеек.

Во всех представленных методиках не учитывается дополнительная химическая энергия выделяемая в результате химического взаимодействия РМ с материалом преграды.

Для учета процесса выделения энергии в результате термохимической реакции воспользуемся известным методом CDF, который был предложен Цудзи и Ямоока [2] для случая горения газовых смесей с параллельной противоточной подачей окислителя и горючего

CDF – противоточное диффузионное пламя [3]. Ламинарная противоточная диффузия, как правило, рассматривается как чистое диффузионное пламя и делится на 4 типа:

1. Диффузия пламени между двумя противоположными струями;
2. Плоский противоток диффузии пламени между двумя

противоположными матричными горелками

3. Противоток диффузии пламени перед сферической или полусферической пористой горелки

4. Противоточное пламя в передней критической области цилиндрической пористой горелки.

Применение метода CDF позволило модифицировать алгоритм МКЧ посредством ряда формул, внесенных между Эйлеровым и Лагранжевым этапом расчета, преобразованных из исследований противоточного диффузионного пламени 4го типа Цудзи и Ямоока, что позволило получить хорошие качественные и количественные совпадения результатов расчета с экспериментом.

Расчет производился посредством распараллеливания задачи [4], что повысило эффективную скорость расчета на 25% и, соответственно, уменьшило фонд времени производимых расчетов.

Сравнение результатов расчета при помощи метода МКЧ-CDF с опытными данными показали, что погрешность в диапазоне скоростей от 650 м/с до 1400 м/с составляет не более 10%.

Это доказывает, что представленный метод расчета удовлетворяет опытными данным и адекватно моделирует процесс химической экзотермической реакции фторопласта (реакционного материала) с преградой с радиальной реализацией энергии.

Библиографический список:

1. Хмельников Е.А., Стыров А.В., Смагин К.В. Экспериментально-теоретическое изучение процесса взаимодействия ударников, содержащих фторопласт, с преградами на основе алюминия. 2012 . стр. 574-578.

2. Зеленев И.Н., Баранов А.А. Синтез углеродных наноструктурных материалов в пламени // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/06/24820> (дата обращения: 14.12.2014).

3. Hiroshi Tsuji, Counterflow diffusions flames. 1982. Institute of Interdisciplinary Research, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Komaba, Merguro-Ku, Tokyo 153, Japan.

4. Зевахина Е.В., Бочкарев С.О., Хмельников Е.А., Смагин К.В. Применение технологии параллельных вычислений для моделирования процесса движения тел в воздухе. 2012 . стр. 238 – 239.

5. Хмельников Е.А., Стыров А.В., Кравченко Н.С., Смагин К.В., Малышев А.О., Бочкарев С.О. Численное моделирование процессов протекающих при взаимодействии фторопластсодержащих ударников с алюминиевыми и титановыми преградами. 2014 С. 623-627

УДК 629.7.027.2

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОПРОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ШАССИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

Загидулин А. Р., Подружин Е. Г.
zagidulin@corp.nstu.ru

Традиционно в расчётных практиках конструкторских бюро для расчёта амортизации шасси летательных аппаратов применяются уравнения Лагранжа второго рода в обобщённых координатах. Недостатком такой методики является то, что для каждой кинематической схемы опоры шасси необходимо составлять свою систему уравнений, что является весьма трудоёмким процессом. Для решения этой задачи целесообразно использовать методику моделирования движения системы твёрдых тел с голономными связями на основе уравнений Лагранжа первого рода. Такой подход позволяет представлять модель опоры шасси в объектном виде — как совокупность объектов: твёрдых тел, силовых факторов и механических связей, что обеспечивает модульность и расширяемость моделей.

В работе представлена методика моделирования движения произвольной голономной системы твёрдых тел и приводится пример расчета копровых испытаний хвостовой опоры шасси вертолётa Ка-62 с использованием предложенной методики.

Рассматривается движение произвольной системы твёрдых тел с голономными связями относительно неподвижной системы координат $Oxyz$. Инерционные характеристики тела задаются массой m_i и тензором инерции \mathbf{I}_{0i} . Положение тела в пространстве определяется радиус-вектором центра масс:

$$\mathbf{r}_i = (x_i \quad y_i \quad z_i)^T,$$

и кватернионом поворота:

$$q_i = (\cos(\alpha_i/2), \sin(\alpha_i/2) \mathbf{u}_i),$$

где α_i — угол поворота тела, \mathbf{u}_i — ось поворота (вектор единичной длины).

Угловое положение тела можно также представить в виде матрицы поворота:

$$\mathbf{R}_i = \begin{pmatrix} 1 - 2b_i^2 - 2c_i^2 & 2a_i b_i - 2w_i c_i & 2a_i c_i + 2w_i b_i \\ 2a_i b_i + 2w_i c_i & 1 - 2a_i^2 - 2c_i^2 & 2b_i c_i - 2w_i a_i \\ 2a_i c_i - 2w_i b_i & 2b_i c_i + 2w_i a_i & 1 - 2a_i^2 - 2b_i^2 \end{pmatrix}$$

где $w_i = \cos(\alpha_i/2)$ — скалярная (вещественная) часть кватерниона поворота; $(a_i \quad b_i \quad c_i)^T = \sin(\alpha_i/2) \mathbf{u}_i$ — векторная (мнимая) часть кватерниона поворота.

Положение тела в пространстве можно представить в виде матрицы

перехода в однородных координатах:

$$\mathbf{T}_i = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_i & \mathbf{r}_i \\ \mathbf{0} & 1 \end{pmatrix}.$$

Уравнения движения центра масс тела:

$$\frac{d\mathbf{v}_i}{dt} = \frac{1}{m_i} (\mathbf{f}_i + \mathbf{f}_i^c),$$

где \mathbf{v}_i — скорость центра масс; \mathbf{f}_i — суммарный вектор активных сил, действующих на тело; \mathbf{f}_i^c — суммарный вектор реакций связей, действующих на тело.

Уравнения вращательного движения (динамические уравнения Эйлера) в неподвижной системе координат [1]:

$$\frac{d\boldsymbol{\omega}_i}{dt} = \mathbf{I}_i^{-1} (\boldsymbol{\tau}_i - \boldsymbol{\omega}_i \times (\mathbf{I}_i \boldsymbol{\omega}_i) + \boldsymbol{\tau}_i^c),$$

где $\boldsymbol{\omega}_i$ — угловая скорость тела; $\boldsymbol{\tau}_i$ — суммарный вектор моментов активных сил, действующих на тело; $\boldsymbol{\tau}_i^c$ — суммарный вектор моментов реакций связей, действующих на тело; $\mathbf{I}_i = \mathbf{R}_i \mathbf{I}_{0i} \mathbf{R}_i^T$ [2].

Уравнения движения системы твёрдых тел можно записать в следующем виде:

$$\frac{d\mathbf{V}}{dt} = \mathbf{M}^{-1} (\mathbf{F} + \mathbf{F}^c),$$

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{v}_1 \\ \boldsymbol{\omega}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{v}_n \\ \boldsymbol{\omega}_n \end{pmatrix}, \quad \mathbf{M} = \begin{pmatrix} m_1 \mathbf{E}_3 & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}_1 & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & m_n \mathbf{E}_3 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{I}_n \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} \mathbf{f}_1 \\ \boldsymbol{\tau}_1 - \boldsymbol{\omega}_1 \times (\mathbf{I}_1 \boldsymbol{\omega}_1) \\ \vdots \\ \mathbf{f}_n \\ \boldsymbol{\tau}_n - \boldsymbol{\omega}_n \times (\mathbf{I}_n \boldsymbol{\omega}_n) \end{pmatrix}, \quad \mathbf{F}^c = \begin{pmatrix} \mathbf{f}_1^c \\ \boldsymbol{\tau}_1^c \\ \vdots \\ \mathbf{f}_n^c \\ \boldsymbol{\tau}_n^c \end{pmatrix},$$

где n — число твёрдых тел в системе.

На положения тел наложены идеальные голономные связи. Одну такую связь между телами i и j можно описать скалярной функцией $C_k(\mathbf{r}_i, q_i, \mathbf{r}_j, q_j)$. Функции связей для системы твёрдых тел, объединяются в вектор-столбец \mathbf{C} с размерностью d , равной количеству связей в системе.

Односторонняя связь, ограничивающая перемещение только в одном направлении, задаётся как неравенство:

$$C_k(\mathbf{r}_i, q_i, \mathbf{r}_j, q_j) \geq 0.$$

Двусторонняя связь задаётся уравнением:

$$C_k(\mathbf{r}_i, q_i, \mathbf{r}_j, q_j) = 0.$$

Активные силы можно задать в виде матрицы размерностью $n \times e$:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \mathbf{P}_{11} & \dots & \mathbf{P}_{1e} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{P}_{n1} & \dots & \mathbf{P}_{ne} \end{pmatrix},$$

где e — количество силовых факторов модели.

Каждый компонент \mathbf{P}_{ij} — это сила от j -го силового фактора, действующая на i -тое тело. При этом вектор активных сил определяется следующим образом:

$$\mathbf{F} = \mathbf{P}\mathbf{e},$$

где \mathbf{e} — вектор-столбец размерности e с единичными компонентами.

На рис. 1 представлена модель копровых испытаний хвостовой опоры шасси Ка-62. Модель состоит из 4 твёрдых тел: колеса 1, штока амортизатора 2, цилиндра амортизатора 3, вместе с грузом, приходящимся на одну опору, поршень демпфера имитации разгрузки от подъёмной силы 4.

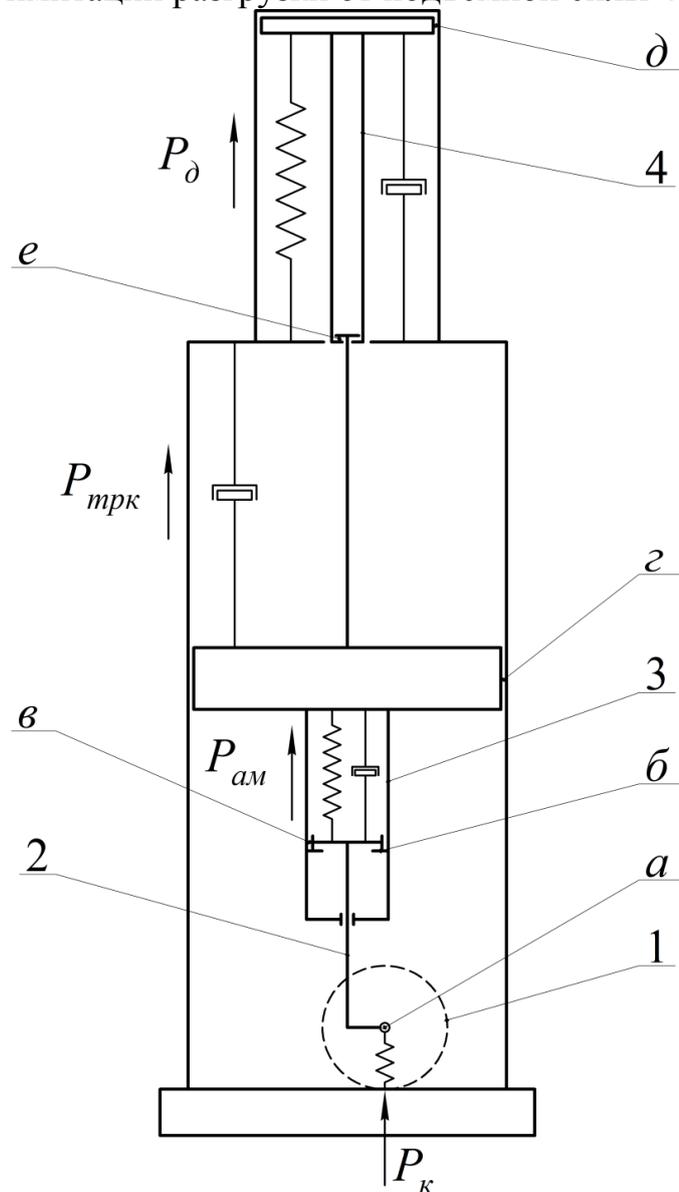


Рис. 1. Модель копровых испытаний хвостовой опоры шасси вертолёт Ка-62

Соединение a является шарниром. Шарнирное соединение ограничивает

две степени свободы системы и задаётся двумя двусторонними связями. Скользящее соединение *в* связывает шток амортизатора с цилиндром. В скользящей заделке *г* закреплён цилиндр 3, совместно с грузом. В скользящей заделке *д* закреплён цилиндр демпфера. Скользящие соединения также ограничивают две степени свободы системы и задаются двумя двусторонними связями. Упоры *б*, *е* ограничивают по одной степени свободы и моделируются односторонними связями. Таким образом, модель включает 10 связей. Также в модели заданы 4 силовых фактора: сила обжатия пневматика $P_{\text{к}}$, осевая сила в амортизаторе $P_{\text{ам}}$, сила трения в направляющих клетки копра $P_{\text{трк}}$ и сила в демпфере $P_{\text{д}}$.

На рис. 2 представлены расчётная и экспериментальная диаграммы вертикальной нагрузки на плиту копра по времени для сброса на поглощение нормированной предельной работы при угле наклона стойки 0° [3, 4].

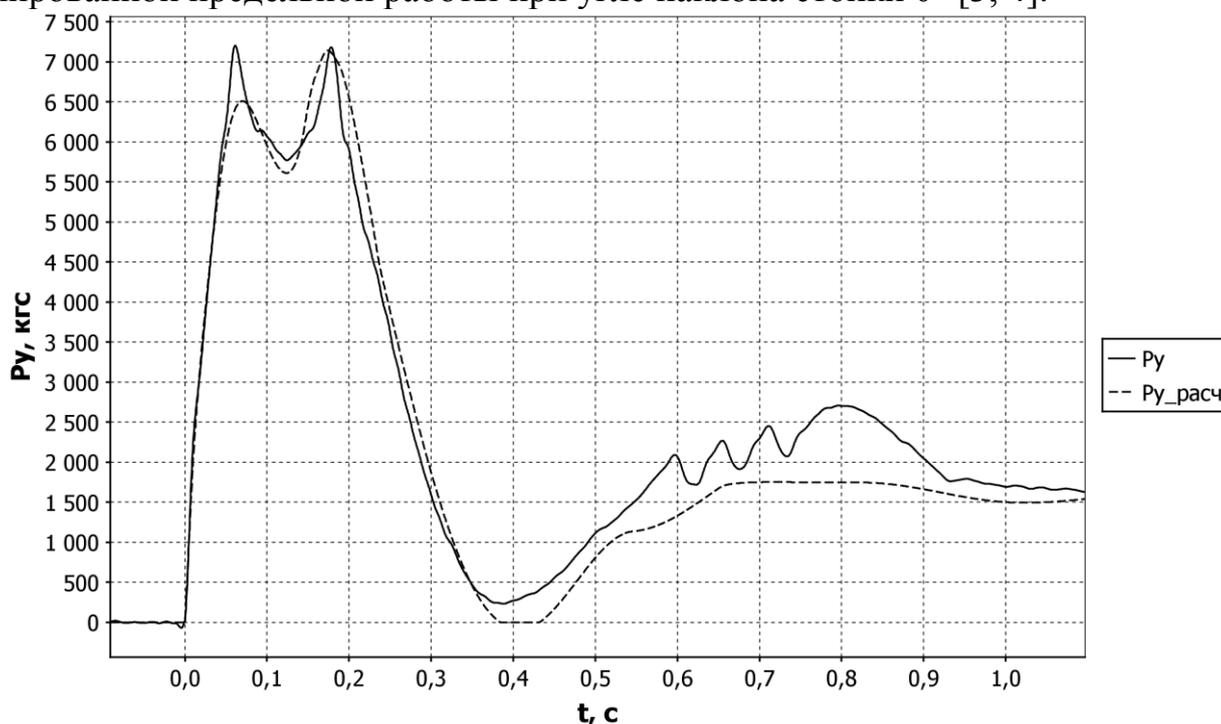


Рис. 2. Расчётная и экспериментальная диаграммы вертикальной нагрузки на плиту копра по времени

Рассчитанные по предложенной методике диаграммы обжатия хвостовой опоры шасси вертолётa Ка-62 хорошо согласуются с результатами испытаний, выполненных в ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина».

Библиографический список:

1. Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике [Текст] / Ф. Р. Гантмахер. — М.: Изд-во «Наука», 1966. — 300 с.
2. Catto, E. Iterative dynamics with temporal coherence [Electronic resource] / E. Catto. — Crystal Dynamics. Menlo Park, California. Access mode: <http://www.bulletphysics.com/ftp/pub/test/physics/papers/IterativeDynamics.pdf> — Date of access: 30.03.15.

3. Результаты копровых испытаний на трудоёмкость и многократные сбросы хвостовой опоры шасси вертолёта Ка-62 [Текст]: отчёт (промежуточный) по НИР № 44-13 / А. Ю. Мазутский, А. Р. Загидулин, М. М. Дружинин и др. — Новосибирск: СибНИА, 2013. — 68 с.

4. Результаты копровых испытаний на трудоёмкость и многократные сбросы хвостовой опоры шасси вертолёта Ка-62 [Текст]: отчёт (заключительный) по НИР № 05-14 / А. Ю. Мазутский, А. Р. Загидулин, М. М. Дружинин и др. — Новосибирск: СибНИА, 2014. — 45 с.

УДК 547.414.2 + 547.874

СИНТЕЗ 3-МЕТИЛ-5-ТРИНITРОМЕТИЛ-ТЕТРАЗОЛО[1,5- α]-1,3,5-ТРИАЗИН-7-ОНА

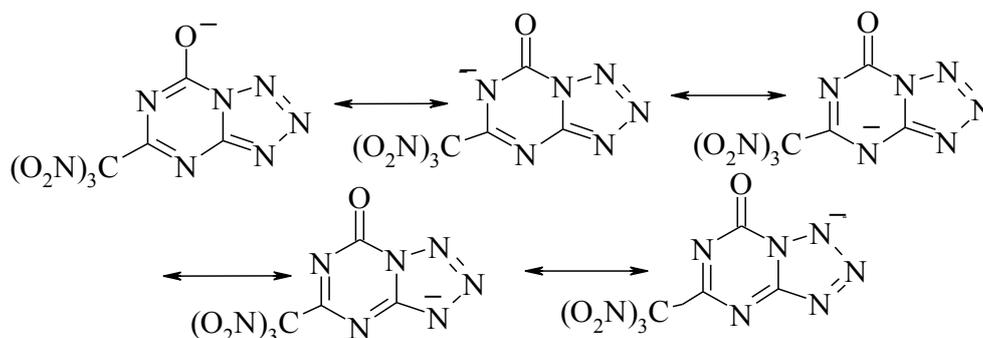
Самарский государственный технический университет, г. Самара
Заломленков В. А., Гидаспов А. А., Бахарев В.В., Байзаров Д.А., Харизина А.
М., Дрементова Ю.В.
xtoca@samgtu.ru

На кафедре ХТОСА СамГТУ проводятся исследования по синтезу и изучению химических свойств полиазотистых гетероциклов содержащих тринитрометильные группы представляющие интерес как взрывчатые, а также как потенциально биологически активные вещества.

Продолжая работы в ряду конденсированных тринитрометил-тетразоло-1,3,5-триазинов [1-3], нами изучена реакция алкилирования йодистым метилом серебряной соли 5-тринитрометил-тетразоло[1,5- α]-1,3,5-триазина (**1**) синтез которой описан в [2].

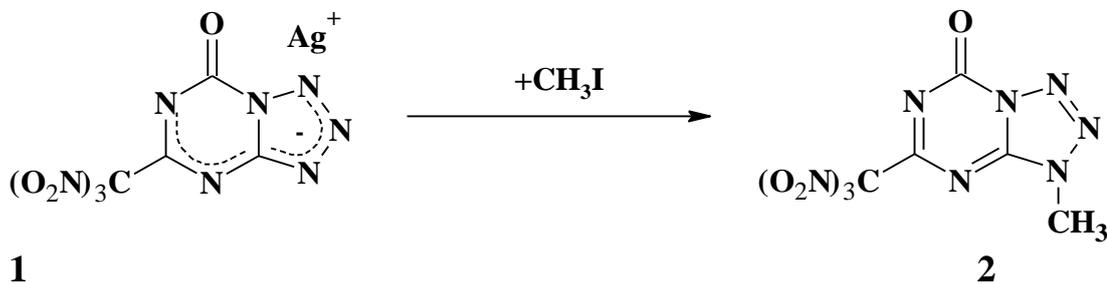
Полиидентность аниона 5-тринитрометил-тетразоло[1,5- α]-1,3,5-триазин-7-она (схема 1) допускает возможность его алкилирования по пяти реакционным центрам: экзоциклическому атому кислорода и четырем атомам азота циклической системы (атомы N₍₁₎ и N₍₃₎ цикла тетразола, атомы N₍₄₎ и N₍₆₎ цикла триазина):

Схема 1



Ранее было показано, что **1** взаимодействует с йодистым метилом в ДМФА, ацетонитриле и самом йодистом метиле, с образованием 3-метил-5-тринитрометил-тетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она (**2**) [2] (схема 2).

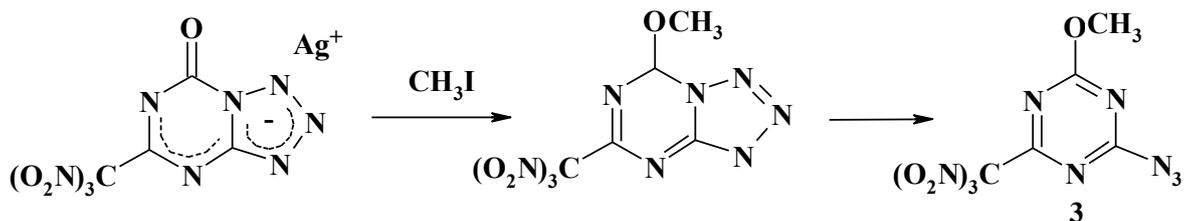
Схема 2



Следовательно, алкилирование идет по $\text{N}_{(3)}$ атому тетразола. Аналогичные результаты получены и при взаимодействии **1** с другими алкилгалогенидами [3]. Лучшей реакционной средой оказался ацетонитрил, в котором выход **2** сырца составил 70%. Однако, качество сырца было достаточно низким ($T_{\text{пл.}}$ (сырца)=108-120 °С, а химически чистого $T_{\text{пл.}}$ (х.ч.)=160-161 °С), поэтому сырец дважды перекристаллизовывали из 1,2-дихлорэтана (ДХЭ). Для повышения выхода и улучшения качества продукта было исследовано взаимодействие **1** с йодистым метилом в среде бензола.

Из экспериментов по изучению взаимодействия **1** с йодистым метилом в среде бензола было установлено, что для полного вступления **1** в реакцию необходимо брать избыток йодистого метила не менее 5 молей. Реакция завершается при температуре 25 °С и модуле бензола равным 7 за 12 часов. Выход **2** в этих условиях был заметно больше, чем в ацетонитриле и составлял 93% сырца с $T_{\text{пл.}}$ (сырца)=102-114 °С. Было показано, что низкое качество сырца обусловлено содержанием в качестве примеси 2-метокси-4-азидо-6-тринитрометил-1,3,5-триазина (**3**), т.е. продукта алкилирования (схема 3) по экзоциклическому атому кислорода:

Схема 3



Следовательно, использование бензола в качестве реакционной среды хоть и повышает общий выход в реакции алкилирования **1** йодистым метилом, но не исключает побочную реакцию образования **3**. В дальнейшем чтобы нивелировать недостатки ацетонитрила и бензола были проведены эксперименты по синтезу **2** в смесях этих растворителей. Опыты проведены в смеси этих растворителей (бензол с добавками ацетонитрила от 20 до 60 % с шагом в 10%). Лучшей средой для синтеза **2** оказалась смесь, состоящая из 70% бензола и 30% ацетонитрила (общий модуль растворителя равнялся 7). Такое соотношение позволило добиться приемлемой скорости реакции

(полное вступление **1** в реакцию за 24 часа, при 25 °С), сохранит высокий выход – 96%, и улучшить качество **2** ($T_{пл}$ (сырца)=124-130 °С; по ТСХ практически отсутствует примесь **3**). Удалось также усовершенствовать очистку сырца **2**. Вместо двух перекристаллизаций из ДХЭ стали проводить предварительную промывку сырца минимальным количеством эфира (модуль 3) с последующей однократной перекристаллизацией из ДХЭ. Такой способ очистки сократил потери при очистке **2** на 10-12%.

Библиографический список:

1. Федоров Б.С., Фадеев М.А., Бахарев В.В., Гидаспов А.А., Косарева Е.А. Конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины. 1. Синтез солей 5-полонитрометил-тетразоло[1,5- α]-1,3,5-триазин-7-она // Химия гетероциклических соединений. 2005. № 2. С. 259-266.
2. Федоров Б.С., Утенышев А.Н., Гидаспов А.А., Качановская Е.В., Бахарев В.В., Фадеев М.А., Конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины. 2. Реакции алкилирования и нуклеофильного замещения в ряду 5-полонитрометил-тетразоло[1,5- α]-1,3,5-триазин-7-она // Химия гетероциклических соединений. 2005. № 4. С. 582-588.
3. Бахарев В.В., Гидаспов А.А. Конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины. 3. Синтез 3-*R*-5-тринитрометилтетразоло[1,5- α]-1,3,5-триазин-7-онов // Химия гетероциклических соединений. 2006. № 3. С. 466-467.

УДК 621.313, 531.01

**К ДИНАМИКЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО
ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА**

Новосибирский государственный технический университет, г.
Новосибирск

Запысова Е. А., Мишенина В. С., Родионов А. И., Рыков А. А.
teormech@ngs.ru

Введение

В связи с ускоренным развитием *механики управляемого движения* в конце XX-начале XXI века поставлен вопрос об изучении основ работы электромеханических систем в рамках курса теоретической механики.

В данной работе рассматривается динамика простейшей электродинамической системы типа *вибростенд* [1].

Вибростенды – это испытательные машины, предназначенные для проведения исследований различных технических изделий на вибропрочность и виброустойчивость. Управление современными

вибростендами осуществляется через привод и аппаратурой управления виброиспытаниями. Подобные установки могут эксплуатироваться как в производственных, так и в лабораторных условиях в любой отрасли промышленности.

Постановка задачи. Рассмотрим простейшую модель испытательного вибростенда с двумя степенями свободы: *одной электрической с обобщённой координатой $q_{эл} = q$ и одной механической с обобщённой координатой $q_{мех} = x$* , представленную на Рис.1.

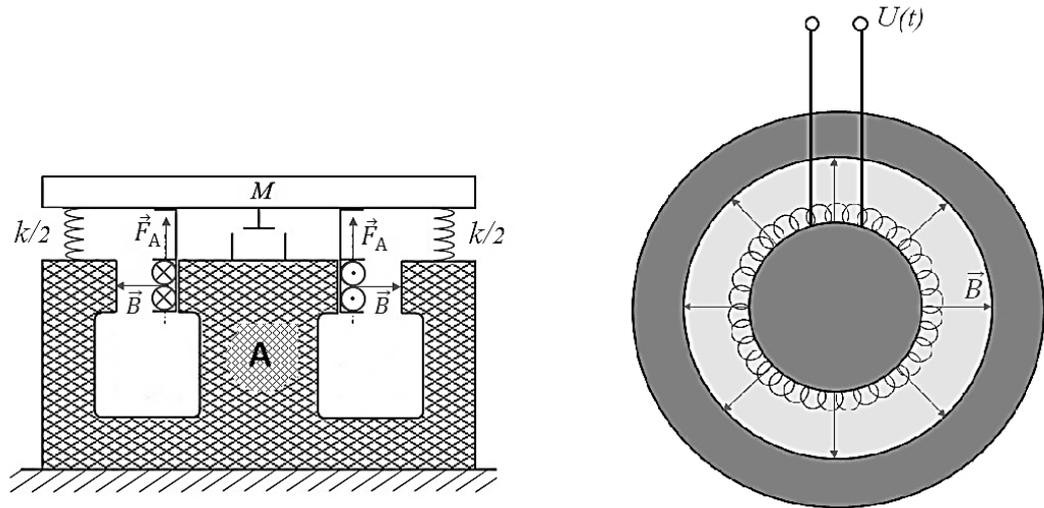


Рис.1. Расчетная схема вибростенда

Он состоит из цилиндрического постоянного магнита с *концентрическими полюсами А*, создающего радиальное поле с *магнитной индукцией В*, и *якоря массы М*, опирающегося на пружину жёсткости *к*. Якорь соединен с электрической катушкой, состоящей из *n витков*, и с механическим демпфером, сопротивление которого пропорционально скорости якоря (*коэффициент μ*); *средний радиус катушки r*; *индуктивность катушки L*, электрическое сопротивление катушки *R*. К зажимам катушки приложено *переменное напряжение U(t)*.

Для составления дифференциальных уравнений движения в обобщённых координатах воспользуемся ковариантными формами уравнений движения: уравнениями Лагранжа - Максвелла второго рода и, в качестве проверки - уравнениями Нильсена [2].

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \Gamma}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial \Gamma}{\partial q_j} = Q_j^F \\ j = 1, 2, \dots, S \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{\partial \dot{\Gamma}}{\partial \dot{q}_j} - 2 \frac{\partial \Gamma}{\partial q_j} = Q_j^F \\ j = 1, 2, \dots, S \end{cases} \quad (1)$$

Обобщенные силы, отвечающие взаимодействию катушки и магнита, равны $Q_q = -2\pi r n B \dot{x}$, $Q_x = 2\pi r n B \dot{q}$ (Q_q — электродвижущая сила, индуцированная в электрической цепи, а Q_x — сила взаимодействия катушки

с магнитом).

Тогда уравнения движения системы в канонической форме:

$$\begin{aligned} L\ddot{q} + R\dot{q} + 2\pi r n B \dot{x} &= U(t) \\ M\ddot{x} + \mu\dot{x} + kx - 2\pi r n B \dot{q} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

В Представлении Взаимодействующих Движений [2] система уравнений (2) переписывается следующим образом:

$$\begin{aligned} L\ddot{q} + R\dot{q} &= U(t) - 2\pi r n B \dot{x} \\ M\ddot{x} + \mu\dot{x} + kx &= 2\pi r n B \dot{q} \end{aligned} \quad (3)$$

Анализ этих уравнений показывает, что в системе происходит процесс **вынужденных колебаний с затуханием**, связанный с «перекачкой» движений (энергии) между механической и электрической степенями свободы.

Для исследования динамики разных типов стенов перепишем систему уравнений (2) в безразмерной форме:

$$\begin{aligned} \dot{I}_\tau + b_l I_\tau + c_\tau \dot{y}_\tau &= U(t) \\ \ddot{y}_\tau + b_y \dot{y}_\tau + y_\tau &= I_\tau \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь: $\tau = \omega_k t$; $y = x/r$; $b_y = b/m\omega_k$; $\ddot{y}_\tau = \ddot{x}/r\omega_k^2$; $\dot{y}_\tau = \dot{x}/r\omega_k$; $I_\tau = 2\pi B i/m\omega_k^2$; $b_l = R/L\omega_k$; $c_\tau = 4\pi^2 n r^2 B^2/Lm\omega_k^2$.

Рассмотрим несколько примеров вибростендов.

Ниже представлены модели вибростендов: на Рис.2.(а) – модель V650/1HRA-K; на Рис.2.(б) – модель V984LSHBT 1500CCOMBO.



Рис.2. Модели вибростендов

Электродинамический вибростенд. Модель V650/1HRA-K

Характеристики вибростенда приведены в таблице 1.

Табл. 1.-Характеристики вибростенда

Масса подвижного стола		2,24 кг
Толкающее усилие	Синус (пик)	2,2 кН
	ШСВ (СКЗ)	0,154 кН
	Частотный диапазон	15 ÷ 5000 Гц
Виброукорение	Синус (пик)	100g
	ШСВ (СКЗ)	70g
Виброскорость		1,5 м/сек
Виброперемещение		25,4 мм
Грузоподъемность		50 кг
Модуль мощности		5000 Вт

Электродинамический вибростенд. Модель V984LSHBT 1500CCOMBO

Характеристики вибростенда приведены в таблице 2.

Табл. 2. Характеристики вибростенда

Диаметр подвижного стола		590.6 мм
Толкающее усилие	Синус (пик)	160 кН
	ШСВ (СКЗ)	160 кН
	Частотный диапазон	5 Гц ÷ 2000 Гц
Виброукорение	Синус (пик)	100g
	ШСВ (СКЗ)	70g
Виброскорость		2,0 м/сек
Виброперемещение		38 мм
Грузоподъемность		2000 кг

Библиографический список:

1. Стенды. [Электронный ресурс]. // Режим доступа: URL: http://www.uomz.ru/cominfo/tehnologicheskie_vozmojnosti_predpriyatiya/vozmojnosti_kontrolnoispyitatelnoy_laboratorii_1, свободный яз. – рус. - : Дата доступа: 31.03.2015.

2. Родионов А. И. Теоретическая механика: конспект лекций с приложениями. Ч. 3. Динамика / А. И. Родионов, В. Ф. Ким. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2010. -240 с.

УДК 343.985/343.712.5

МЕТОДИКА РАССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ, СОВЕРШЕННЫХ НА ВОЗДУШНОМ СУДНЕ, НАХОДЯЩЕМСЯ В ПОЛЁТЕ

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск
Захаров Н. А.
knk3746@mail.ru

Проведение расследования преступлений на воздушном судне явление весьма редкое, однако, с недавнего времени количество преступлений совершенных на воздушных судах возрастает, которые угрожают безопасности полета, вызывают большой общественный резонанс и отрицательно влияет на отношение граждан к авиации.

Наиболее частыми преступлениями, совершаемыми на борту воздушного судна являются: хулиганство (ст. 213 УК РФ), незаконная перевозка огнестрельного оружия, его основных частей, боеприпасов к нему (ст. 222 УК РФ), перевозка взрывчатых веществ или взрывных устройств (ст. 222.1 УК РФ), перевозка наркотических средств, психотропных веществ или их аналогов, растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества, либо их частей, содержащих наркотические средства или психотропные вещества (ст. 228 УК РФ), нарушение правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного, воздушного, морского и внутреннего водного транспорта и метрополитена (ст. 263 УК РФ)

Рассмотрим методику расследования на борту воздушного суда на примере совершения конкретного преступления - хулиганства (ст. 213 УК РФ).

Представим ситуацию, когда на борту воздушного судна, находящегося в полёте, пассажир А. начал дебоширить, нецензурно выражаясь, тем самым грубо нарушая общественный порядок, выражая явное неуважение к обществу.

В этом случае командир воздушного судна, как орган дознания, вправе вынести постановление о возбуждении уголовного дела и провести ряд неотложных следственных действий и иных мер по раскрытию и расследованию преступления.

Методику расследования данного преступления можно описать определенными, последовательно сменяющимися действиями, в ходе которых должны быть решены следующие вопросы:

1. Кто совершил хулиганские действия?
2. Какова была обстановка, при которой они совершались?
3. Не сопровождалось ли хулиганство совершением других преступлений?
4. Какие конкретно действия совершены виновным, имеются ли в них

признаки хулиганства?

5. Каковы мотивы и цели преступления?

6. Имеются ли потерпевшие, кто они, не спровоцировали ли они сами хулиганские действия со стороны виновного и причинен ли вред их здоровью?

7. Причинен ли материальный ущерб, кому, каковы его размеры?

8. Какие обстоятельства способствовали совершению хулиганства [1]?

Исходя из специфики места совершения данного преступления, некоторые обстоятельства, характерные для обычных мест совершения такого преступления, не устанавливаются. Например, не решается вопрос о месте и времени совершения преступления, т.к. эти факты являются очевидными.

Успех и эффективность расследования уголовного дела о правонарушении на воздушном транспорте, в значительной мере зависит от своевременности и качества производства следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий.

Капитан воздушного судна вправе принять меры для задержания и временной изоляции лица, совершившего преступление [3].

Предлагается следующая программа расследования преступных действий на воздушном судне:

- первоначальными следственными действиями при расследовании являются: личный обыск; судебно-медицинское освидетельствование; допрос задержанного; осмотр места происшествия; допрос потерпевшего и очевидцев, лиц, пресекавших преступные действия;

- последующими следственными действиями является: допрос подозреваемого, целью которого является обнаружение орудий преступления, документов, иных предметов, значимых для дела; проведение различных исследований; иные следственные действия [2].

Таким образом, только при своевременной и правильной организации расследования, нужной последовательности проведения следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий и принятых решений командиром воздушного судна позволит привлечь к уголовной ответственности лиц в соответствии с общественно опасными деяниями. После проведения всех необходимых действий и приземления воздушного судна материалы уголовного дела передаются руководителю следственного органа для дальнейшего расследования преступления.

Библиографический список:

1. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 18 дек. 2001 г. (№ 174-ФЗ): с изм. и доп. на 08 мар. 2015 г. (№ 41-ФЗ) // Российская газета. 2015. - 11 мар.

2. Аверьянова Т.Б., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р. Криминалистика: Учебник для вузов / Под ред. Р. С. Белкина. - М.: НОРМА, 2010. - 990 с.

3. Березин А. М. О некоторых мерах по обеспечению безопасности лиц,

находящихся на борту воздушного судна во время полета // Транспортное право. - М.: Юрист, 2013, № 4. - С. 11-14.

УДК 543.64

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ МАТОВ

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск
Зверева К. Н.^{1,2}, Таран О. П.^{1,2}, Мищенко Т. И.²
KristinaZ.N@yandex.ru

Наиболее древние находки литифицированных цианобактерий датируются 3,6 млрд. лет, в этот период произошло первое значительное увеличение объема осадочных пород на поверхности Земли. Минеральные остатки цианобактериальных матов - строматолиты - слагают огромные толщи горных пород, по которым можно судить, что биомасса прокариотического мира была на 1–2 порядка больше биомассы современной биосферы. В современном мире цианобактериальные сообщества вытеснены в экстремальные места обитания, где пределы температур для благоприятного развития их составляют 30 ... 74 °С. Современные микробные сообщества гидротермальных систем, являясь аналогами древнейших биоценозов Земли, представляют интерес не только как реликтовый микробиологический объект, но и как модель для изучения процессов взаимодействия живого и косного вещества происходивших в период зарождения и эволюции биосферы в геохимическом окружении.

Исследования строения клеток цианобактерий показали, что полисахариды накапливаются в различных частях клетки (липолисахаридном слое вблизи наружной мембраны, в виде гликогеновых гранул внутри клетки, а также в гетероцистах) в виде полимеров, состоящих из глюкозы, галактозы, маннозы и ксилозы. Полисахариды могут выделяться в окружающую среду в виде экзометаболитов, образуя, либо полисахаридный матрикс, либо капсулы вокруг клеток и чехлы вокруг трихом [1]. Из литературных источников известно, что преобладающим моносахаридом в составе липосахаридов и чехлов цианобактерий является глюкоза. Доля других моносахаридов варьируется. Наиболее часто встречаемые моносахариды: манноза, галактоза, рамноза, фукоза, реже детектируются ксилоза и рибоза.

Целью данной работы являлось изучение химического состава полисахаридного матрикса, сформированного цианобактериями термальных

источников Сея, Гарга, Уро Байкальской рифтовой зоны, а также анализ возможного влияния состава полисахаридов на процессы биогенного минералообразования и концентрирования элементов.

Анализ органического вещества (ОВ) бактериальных матов проводился методом последовательной экстракции различными растворителями, дающим возможность разделять ОВ на группы. Используемая методика (рис. 1) позволяет выделить группы веществ: кальцийсодержащие соединения, водорастворимые вещества, битумы, фульвовые и гуминовые кислоты, легкогидролизуемые и трудногидролизуемые вещества, негидролизуемый остаток.

Полученные содержания кальцийсодержащих соединений матов горячих источников Гарга и Уро близки по значениям и составляют 9,7 и 8,7 вес. %, Сея - не превышает 3 вес. %, что можно объяснить, либо формированием данного микробного сообщества на поверхности достаточно глубокого ручья, в отличие от сообществ двух других источников, формирующихся на поверхности травертина (Гарга) и горных пород (Уро), либо отличием в составе ОВ этого источника от двух других.

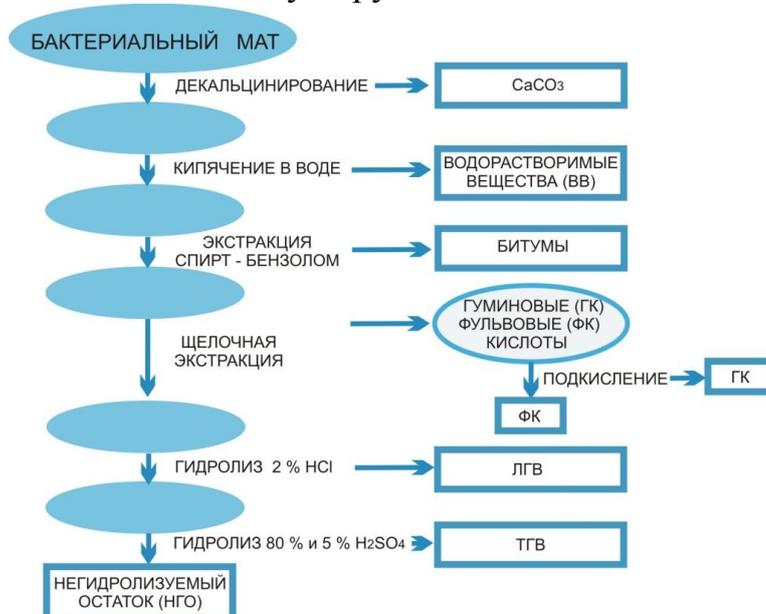


Рис. 1. Схема группового анализа органического вещества бактериальных матов

Содержания водорастворимых веществ и битумов в матах находятся в пределах: 6,2 - 7,8 вес. %, 1,2 - 1,8 вес. %. Количество гуминовых кислот для всех образцов не превышает 3 вес. %, а содержание фульвовых кислот в матах горячих источников Гарга и Уро достигли 13,3 и 14,9 вес. %, Сея - 6,5 вес. %. Содержание легкогидролизуемых веществ в матах значительно различается: Сея - 11,2 вес. %; Гарга - 46,2 вес. %; Уро - 34,9 вес. %. Количества трудногидролизуемых веществ в образцах Сея и Гарга 8,3 и 8,6 вес. %, Уро - 3,7 вес. %. Содержание негидролизуемого остатка в матах горячих источников Сея - 58,9 вес. %, Уро - 28,5 вес. %, Гарга - 13,3 вес. %, в

последних двух образцах кроме твердой части наблюдается жидкая густая черная фракция, доли которой для обоих образцов не превышает 6 вес. %.

Анализ гидролизатов бактериальных матов на содержание моносахаридов проводился методом газожидкостной хроматографии с предварительной дериватизацией методом силилирования. Основным компонентом фракций трудногидролизуемых веществ является глюкоза, остальные соединения присутствуют в следовых количествах: галактоза, ксилоза, манноза, основным нерастворимым полисахаридом является целлюлоза и/или гомоглюкан, отличный по строению от целлюлозы. Состав фракции легкогидролизуемых веществ цианобактериальных матов представлен на рис. 2. Не идентифицированными сахарами в составе фракции легкогидролизуемых веществ могут быть дезоксисахара: рамноза и фукоза или глюкозамин. Существенный вклад в состав легкогидролизуемых соединений вносят уроновые кислоты, соединенные в полимерные цепочки между собой, либо входящие в состав полисахаридов вместе с нейтральными сахарами.

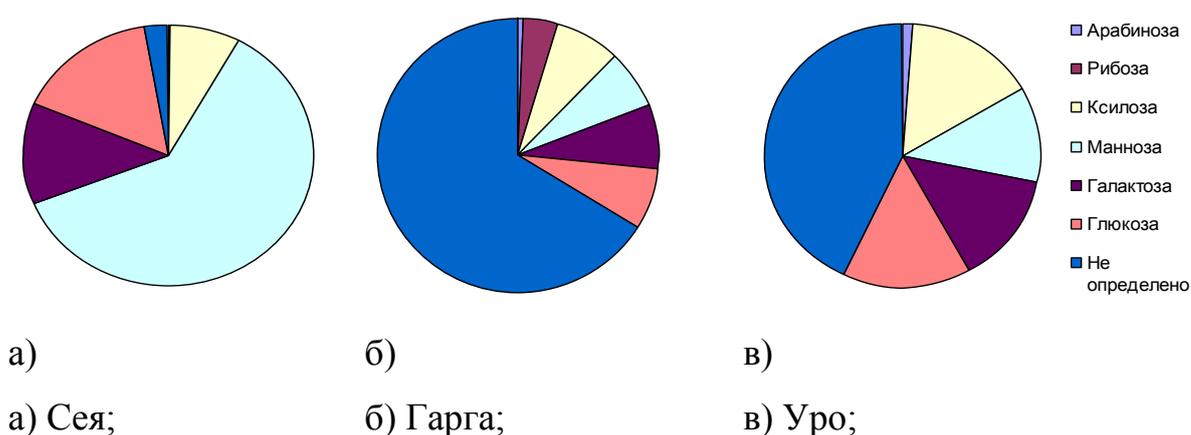


Рис. 2. Состав фракции легкогидролизуемых веществ цианобактериальных матов

Из литературы известно, что бактериальные маты источников Гарга и Уро концентрирует элементы из питающих их растворов (Ca, Sr, Ge), а мат источника Сея указанные элементы не накапливает [2, 3]. Анализ полученных результатов показывает, что для микробного сообщества источника Сея не концентрирующего элементы групповой состав и состав индивидуальных моносахаридов отличаются от этих же параметров для сообществ накапливающих элементы. В составе ОВ матов, накапливающих Ca, Sr, Ge, преобладают полисахариды, содержащие значительную долю кислых сахаров, способных к образованию прочных комплексов с ионами металлов. Са образует с сахарами комплексные соединения, которые катализируют реакцию синтеза сахаров из формальдегида и реакции

превращений сахаров, а также участвует в процессах кальцинирования в живых организмах, Sr является одним из лучших катализаторов синтеза сахаров из формальдегида, Ge образует комплексы с полисахаридами, влияющие на процессы жизнедеятельности микроорганизмов, ускоряя рост клеток, интенсифицируя процессы накопления полисахаридов и протеинов, увеличивая выходы в процессе энзиматической изомеризации глюкозы во фруктозу, а также выступая в роли антиоксидантов [4-6].

Концентрирование элементов (Ca, Sr, Ge) цианобактериальными матами, видимо, происходит за счет механизма комплексообразования с полисахаридами, о чем свидетельствуют различия в химическом составе ОБ матов источников Гарга и Уро, концентрирующих элементы (Ca, Sr, и Ge), и составе мата источника Сея, не накапливающего указанные элементы. Маты сообществ концентрирующих элементы содержат высокие концентрации полисахаридов, причем большая их часть, представлена кислыми сахарами, образующими прочные комплексы с ионами металлов.

Библиографический список:

9. Заварзин Г. А. Становление биосферы // Микробиология. – 1997. – Т. 66. – С. 725–734.
10. Лазарева Е.В., Брянская А.В., Жмодик С.М., и др. // Роль микроорганизмов в функционировании живых систем: фундаментальные проблемы и биоинженерные приложения / ред. Власов В.В., Дегерменджи А.Г., Колчанов Н.А., Пармон В.Н., Репин В.Е. Новосибирск: Изд. СО РАН. 2010, с. 33-44.
11. Лазарева Е.В., Брянская А.В., Жмодик С.М., и др. // Доклады АН. 2010. Т. 430. № 5. - С. 675–680.
12. Wei M., Yang C., Jiang S. // Chinese Journal Biotechnology. 2010. V. 26, 3, pp. 371-377.
13. Pelmore H., Somers P.J. // Enzyme Microbial Technology. 1982. V. 4, 6, pp. 390–394.
14. Li Z.-P., Zhu C.-W., Wu P., Wang S.-H., Sun Y.-J. In // Mod. Food Sci. Techn. 2013. V. 29, P. 1791-1795.

УДК 621. 7(075)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВАЛОВ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

ФГБОУ ПО

Новосибирская государственная академия водного транспорта,
г.Новосибирск

Иванчик И.С., Иванчик С.Н., Бастерс А. В.

Ivan-ilija@ngs.ru

Анализом причин выхода из строя валов судовых машин и механизмов установлено, что долговечность может быть повышена, за счет грамотной и строгой технологической и эксплуатационной дисциплины использовать рекомендации, полученные в результате многолетней эксплуатации валов судовых машин и механизмов.

Задача совершенствования конструкции и технологии изготовления деталей типа «вал» в данной работе решались путём исследования разрушенных или дефектных деталей, имеющих ненормальный износ.

Работы по установлению причин отказа судовой техники включали расследование на месте эксплуатации и лабораторные исследования. При этом преследовалась цель выделить из комплекса разрушенных или поврежденных узлов, агрегатов и деталей те, с которых началось разрушение.

Оценивалось возможное влияние на преждевременное разрушение детали конструктивных, производственно – технологических, эксплуатационных факторов и качества ремонта и сборки.

Анализ производственно – технологических факторов (соответствие размеров детали требованиям чертежа, наличие дефектов технологического характера – надрывов, рихтовочных, монтажных трещин, обезуглероживания, перегрева, несплошностей материала) производился путем проведения измерений, дефектоскопии, механических испытаний, металлографического и химического анализа.

Оценка эксплуатационных факторов (гидравлический удар, детонация, перегрев, масляное голодание и т.п.) производилась обычно косвенно путем изучения документации по эксплуатации и техническому обслуживанию, данных опроса обслуживающего персонала.

Анализ причин разрушения гребных валов. Гребные валы, как любые силовые детали машин, должны изготавливаться только из улучшаемых сталей, а для условий северного завоза из легированных сталей, которые после улучшения обеспечивают оптимальное сочетание прочности и вязкости, в том числе и при отрицательных температурах. Крупные валы диаметром более 200 мм должны изготавливаться из кованных заготовок, а более мелкие из проката хромистых или хромомолибденовых сталей марок 35Х, 40Х, 30 ХМА, 35ХМ, 38ХМА, 40ХМ с прочностью до 1000 МПа.[1]

Типичным случаем разрушения гребных валов является усталостное повреждение. Усталостная трещина имеет характерную притертую поверхность (рисунок 1). Остальная часть излома представляет собой зону ускоренного разрушения - долома.



а



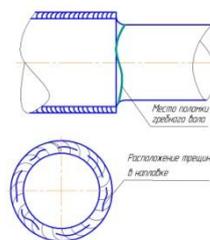
б

Рис. 1. Усталостное разрушение правого гребного вала из стали Ст5 теплохода 10-го проекта (вырезаны образцы для исследования микроструктуры): а - *Общий вид излома вала. Стрелкой показана притёртая зона*; б - *структура стали наплавленной при ремонте вала x100*

Очагом зарождения усталостной трещины, отмеченной стрелкой на рисунке 1, явились следы грубой механической обработки наплавленной шейки вала. Чистота обработки в месте разрушения оказалась Rz 80 вместо Ra2,5 согласно требованиям чертежа. Распространению трещины способствовал перегрев стали при наплавке и образовании вследствие этого видманштеттовой структуры в зоне термического влияния. Среди других причин способствующих усталостному разрушению были отмечены полосчатость и значительные неметаллические включения в основном металле, а также коррозионное повреждение поверхности.[2]



а



б

Рис. 2. Излом гребного вала теплохода «Хабаров» (сталь Ст5, $\varnothing 140$). Разрушение вала произошло через 5200 часов эксплуатации после наплавки: а - *общий вид*, б - *место разрушения и характер расположения трещин в наплавленном металле*.

Причиной многих аварий оказывается техническая безграмотность в сочетании с отсутствием технологической дисциплины. Ярким примером тому являются аварии серии восстановленных в зимний судоремонт гребных валов. Как показало расследование, разрушения были вызваны мелкими концентрическими трещинами в наплавленном металле, возникшими из-за термических напряжений (рисунок 2,б), когда с целью «ускорения» сварщик

каждый наплавленный слой охлаждал холодной водой.

Разрушение коленчатых валов. Если гребные валы разрушаются, как правило, после длительной эксплуатации и, главным образом, после некачественно выполненного восстановления, то причины разрушения коленчатых валов, сложных по конструкции и наиболее нагруженных деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС), заметно многообразнее. Основываясь на проведенных исследованиях разрушенных коленчатых валов (более сорока аварий), можно назвать ряд основных равновероятных причины разрушения таких деталей.

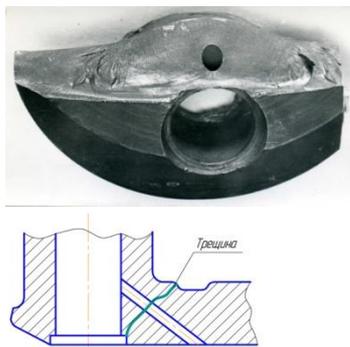
Это, во-первых, повышенный износ мотылёвых шеек и вкладышей баббитовых подшипников из-за попадания абразивных частиц и недостаточной смазки. Во-вторых - усталостные разрушения коленчатых валов от местной концентрации напряжений по острым кромкам отверстий под смазку. [3]



Двигатель 3Дб - разрушение в первую навигацию после ремонта
Местная концентрация напряжений у острых кромок отверстия под смазку. Твердость сердцевины в пределах требований чертежа ($HV=2070\dots2400$ МПа), а наличие микротрещин в районе очага разрушения свидетельствует о дополнительных термических напряжениях, созданных при поверхностной закалке шеек вала

Рис. 3. Усталостное разрушение коленчатого вала, вызванное несоответствующей обработкой отверстий под смазку

В-третьих - концентрация напряжений в местах сопряжений шеек со щеками из-за несоответствия радиусов галтелей.



Двигатель 4Ч10,5/13
Наличие высокой местной концентрации напряжений (малый радиус галтели, острые кромки отверстия под смазку и выточки, износ поверхности с образованием канавок), а также повышенная загрязненность металла оксидами и силикатами (балл5) Разрушению предшествовало падение давления масла и прихватывание первой рамовой шейки

Рис.4. Усталостное разрушение коленчатого вала, вызванное, главным образом, подрезкой галтелей при шлифовании шеек на ремонтный размер

В-четвёртых, несоответствие геометрических параметров вала или сопряженных деталей, в результате чего возникают значительные дополнительные напряжения, приводящие к преждевременному

разрушению. Разрушения коленчатых валов могут также вызываться металлургическими дефектами, нарушением режимов горячей пластической деформации и термической обработки, а также нарушением правил технической эксплуатации.

Обсуждение результатов. Выводы и рекомендации.

Гребные валы. Для повышения долговечности гребных валов необходимо ужесточить контроль за соблюдением технологии наплавки и последующей механической обработкой, исключающей создание резкой местной концентрации напряжений. Ввести для восстановленных валов неразрушающий контроль выявления трещин.

Коленчатые валы. На всех коленчатых валах необходимо в аварийном порядке затупить острые кромки отверстий под смазку. Проверить технологию закалки ТВЧ шеек вала на предмет наличия операции отпуска и соблюдения её режимов, а также ввести неразрушающий инструментальный контроль для обнаружения трещин и металлургических дефектов.

Кулачковые валики. В самые кратчайшие сроки на всех эксплуатируемых и ремонтируемых двигателях произвести притупление острых кромок отверстий под смазку. Для вновь изготавливаемых или восстанавливаемых кулачковых валиков перед поверхностной закалкой и после цементации ввести в обязательном порядке полную нормализацию для повышения ударной вязкости и всего комплекса механических свойств. Усовершенствовать технологию сверления отверстий под смазку с целью повышения чистоты обработки и введения радиусов закругления.

Библиографический список:

1. Гуськов А.В., Драньков Н.О., Милевский К.Е. Исследование влияния способа обработки на механические характеристики и микроструктуру материала марки М1 // Обработка металлов №4 (57), октябрь – декабрь 2012 г. - Новосибирск – С.56 – 62.

2. Иванчик И.С., Токарев А.О., Иванчик С.Н. Анализ условий обеспечения жизненного цикла деталей судовой техники // Речной транспорт (XXI век). – 2011. - №3. – С.74 – 75.

3. Токарев А.О., Иванчик С.Н., Иванчик И.С. Повышение ресурса деталей судовой техники. // Инновационные технологии сервиса транспортных средств: Материалы I международной научно-практической конференции. - Новосибирск. – 2011. – НГПУ. – С. 84 – 91.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
*Филиал ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова», г. Новосибирск
Игнатова А. И., Заева А. А., Кислицына О. А.*
kislicyna@corp.nstu.ru

Новосибирский авиационный завод им. В.П. Чкалова — одно из крупнейших авиастроительных предприятий России, в 2008 году подхватило тенденцию крупнейших мировых компаний по внедрению в производство принципов Lean технологий [1], широко освещаемых в научной литературе [2]. Для этого было создано специальное подразделение «Управление развития производственной системы». Подразделение является источником внедрения философии бережливого производства на предприятии: осуществляет выявление недостатков существующих технологических, производственных и организационных процессов, разрабатывает мероприятия по их устранению с последующей координацией и контролем выполнения. Целью деятельности подразделения является увеличение производительности труда, сокращение затрат на производство и повышение качества продукции.

Внедрение принципов Lean технологий реализуется в проектном формате. За 2013-2014 г.г. на предприятии были разработаны и приняты к реализации более 20 проектов по развитию производственной системы предприятия.

Большинство значимых проектов включают процесс приобретения тех или иных товарно-материальных ценностей (ТМЦ), например, закупка спецодежды, информационных табличек, стендов, а также материалов для проведения работ по нанесению сигнальной разметки. Анализ фактического состояния проектов выявил, что их сроки были существенно сдвинуты из-за превышения длительности процесса приобретения ТМЦ над плановыми значениями. Как следствие, были скорректированы сроки по следующим за ними задачам и даты завершения проектов были перенесены на более поздние сроки. Это приводит к потере предприятием определенных выгод, на достижение которых был направлен тот или иной проект. Таким образом, процесс приобретения ТМЦ потребовал оптимизации.

Весь процесс приобретения ТМЦ можно разделить на 2 стадии:

- 1) формирование договорных отношений (подготовка документов);
- 2) согласование заявок на расходование денежных средств.

Первая стадия имеет несколько вариантов, отличающихся по количеству шагов и срокам в зависимости от суммы закупки ТМЦ, а именно:

I тип закупки: до и свыше 100 тыс. руб. – по счетам отдела;

II тип закупки: до 500 тыс. руб. – по договору;

III типа закупки: свыше 500 тыс. руб. – по договору.

Начальные шаги одинаковы во всех трех случаях (рис. 1). На рис. 2 представлены следующие этапы для I типа закупок (рис. 2 а) и для II типа закупок (рис. 2 б).

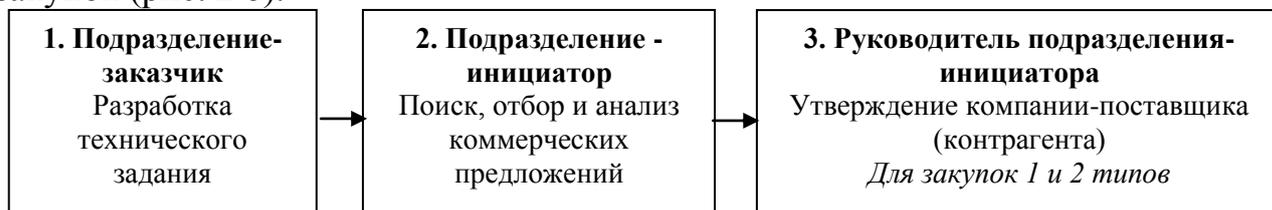
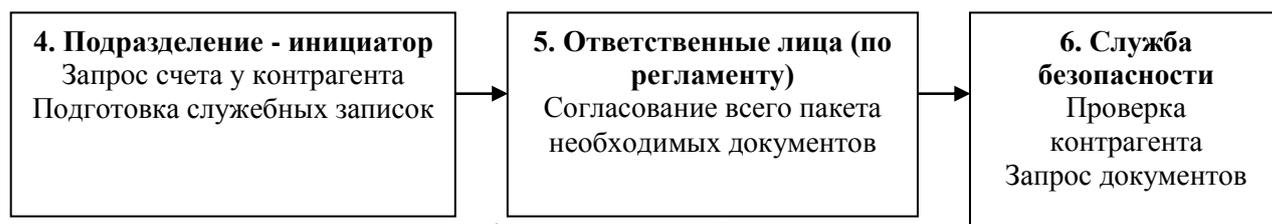
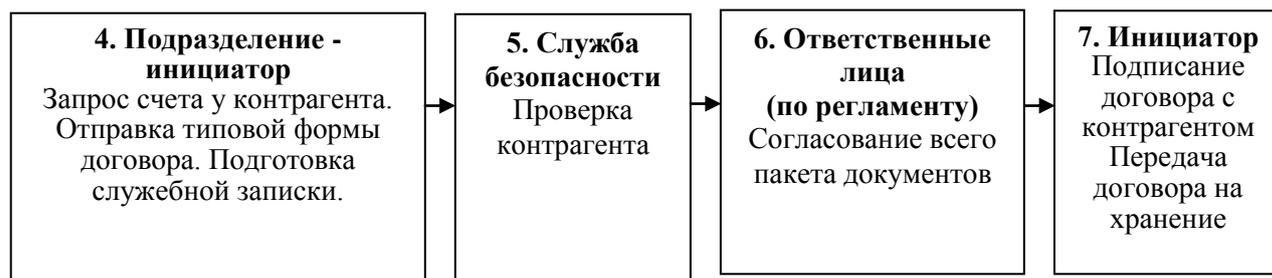


Рис. 1. Начальный этап подготовки документов для всех типов закупки.



а) для закупок I типа



б) для закупок II типа

Рис. 2. Продолжение схемы подготовки и согласования документов.

Процесс подготовки и согласования документов для закупок III типа является самым трудоемким и длительным (рис. 3):



Рис. 3. Продолжение схемы подготовки и согласования документов для закупок III типа.

Далее продолжением процесса закупки ТМЦ для всех типов закупок является процесс авансового платежа поставщику, который выглядит следующим образом (рис. 4):



Рис. 4. Схема процесса оплаты аванса поставщику (контрагенту).

По завершению рассмотренного процесса в рамках условий заключенного договора (счета) происходит поставка ТМЦ, учет документов (счет-фактуры, товарной накладной и т.д.) и окончательный расчет поставщика – повторяет процесс оплаты аванса.

Следует отметить, что стадия формирования договорных отношений регулируется соответствующим стандартом предприятия, в соответствии с которым срок согласования документов каждым согласующим лицом не более 3-х рабочих дней, но в случае необходимости доработки проекта договора или детального изучения данного вопроса срок может быть увеличен до 7-ми рабочих дней. Фактические данные по срокам прохождения рассматриваемых стадий представлены в табл. 1.

Табл. 1. Сроки прохождения стадий процесса приобретения ТМЦ

Способ закупки	I стадия	II стадия	Итого
По счетам отдела (до 100 тыс. руб. и свыше 100 тыс. руб.)	13 дней	11 дней	24 дня
До 500 тыс. руб. (по договору)	20 – 43 дня	11 дней	31 – 54 дня
Свыше 500 тыс. руб. (по договору): закупка отражается в плане закупок	45 – 80 дней	11 дней	56 – 91 день
Свыше 500 тыс. руб. (по договору): закупка не отражается в плане закупок	60 – 91 день	11 дней	71 – 102 дня

В ходе детального изучения процесса закупок ТМЦ по проектам был выявлен ряд проблем и разработаны рекомендации по их решению (табл. 2).

Табл. 2. Предложения по оптимизации процесса закупки ТМЦ

Проблемы	Предложения по решению проблем
1. Стадия формирования договорных отношений	
<p>Проверка учредительных документов выбранного контрагента (если он не является действующим поставщиком филиала) службой безопасности происходит только <i>на стадии согласования договора</i>; в случае выявления в ходе проверки факта, что сотрудничество с контрагентом невозможно, инициатору необходимо подбирать другого поставщика и согласовывать с ним условия договора, а затем заново начинать согласование внутри предприятия.</p> <p>Проверка и согласование проектов договоров юридическим подразделением проводится <i>на завершающей стадии</i>, что приводит к позднему выявлению недочетов в договоре и их устранению, а в отдельных случаях к необходимости повторного согласования после устранения замечаний.</p> <p>Отсутствие инструкции, содержащей порядок действий и описывающий полную процедуру подготовки и согласования документов на этапе формирования договорных отношений.</p>	<p>Проверку компании службой безопасности при закупке «по счетам отдела» и «по договору до 500 тыс. руб.» следует проводить <i>на начальном этапе</i>, после утверждения начальником подразделения - инициатора закупки сравнительной таблицы по компаниям и определения подходящего контрагента. Это позволит исключить ситуации, когда поставщика приходится менять в случае выявления соответствующих причин после проверки.</p> <p>Актуализация стандарта предприятия, регулирующего организацию договорных отношений предприятия с контрагентами.</p> <p>Создание системы электронного согласования полного пакета документов.</p> <p>Создание возможности «веерной» рассылки документов для одновременного согласования всеми ответственными лицами.</p> <p>Обеспечение возможности отслеживания инициатором прохождения этапов согласования документов.</p>
2. Стадия согласования заявок на расходование денежных средств	
<p>Повторный контроль некоторыми подразделениями пакета документов (служебных записок, коммерческих предложений, сравнительной таблице, счета) с заявкой на расходование денежных средств.</p> <p>Отсутствие актуальной инструкции по согласованию заявок на расходование денежных средств.</p> <p>Временной интервал согласования заявок ответственными лицами не регламентирован. Способ закупки не указан в реестре, его уточнение требует дополнительного времени для согласования реестра.</p>	<p>Исключение повторного контроля документов при согласовании заявок на расходование денежных средств. Это позволит исключить лишние звенья в цепи согласования и сократить сроки.</p> <p>Разработка Регламента согласования заявок, сроки их согласования каждым ответственным лицом с визуализацией процесса в виде блок-схем.</p> <p>Разработка Инструкции по формированию заявки на расходование денежных средств в базе «1С».</p> <p>Совершенствование базы «1С» с добавлением необходимого функционала.</p>

Реализация предлагаемых рекомендаций по оптимизации процесса приобретения ТМЦ позволит сократить сроки реализации проектов по развитию производственной системы в среднем на 30-40% и достичь запланированных результатов в заранее установленные сроки, что, в свою

очередь, позволит предприятию своевременно получать выгоды от проектов.

Библиографический список:

1. Марков В. Бережливое производство «НАПО», 2012. Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru/2012/09/11/lean-napo/>
2. Развитие производственных систем: стратегия бизнес-прорыва. Кайдзен. Лидерство. Бережливое производство / Под общ. ред. А. Баранова и Р. Нугайбекова. – Спб.: Питер, 2015. – 272 с.

УДК 629.1

**ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ В ДВИГАТЕЛЕ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

* Новосибирский завод радиодеталей «Оксид», г. Новосибирск

*Илющенко Л. Н. Харитонов С. А., Шашкевич И. А. **

iln-h@ya.ru, kharit1@yandex.ru, shashkevich@oksid.com

В 2013 году на заводе НЗР «Оксид» запущен проект по разработке и освоению высокотехнологичного производства электрохимических конденсаторов с двойным электрическим слоем (суперконденсаторов) серии ЭКДЭС широкого номенклатурного ряда устройств на их основе. Открытие на базе предприятия нового инновационного производства, явилось логичным и естественным процессом интеграции компании в условиях современного российского рынка[1].

Суперконденсаторы (СК) уже заменили или заменят в ближайшее время аккумуляторы в системах запуска больших дизель-генераторов, танковых двигателей, двигателей подводных лодок и локомотивов[2]. В таб.1 рассмотрены основные направления применения суперконденсаторов.

Табл. 1. Основные направления использования суперконденсаторов.

Отрасль	Возможности применения
Бытовая электроника	пульта дистанционного управления, резервное питание, цифровые камеры, мобильные телефоны
Промышленная электроника	измерительные приборы, лифты, аварийное освещение, системы бесперебойного питания, ветряные мельницы, элементы, использующие солнечную энергию
Телекоммуникации	резервное питание, системы бесперебойного питания для радиостанций
Автомобильная промышленность	электромобили, пуск двигателя, рекуперативное торможение, стартер, система запираания дверей, автомобильные аудиосистемы
Медицина	источники питания для критичных электронных устройств, таких как медицинские имплантаты, рентгеновское медицинское оборудование
ВПК	резервное электропитание, экстренный пуск и т.д.

В настоящее время в России отсутствует серийное производство суперконденсаторов, поэтому первоначальным сегментом рынка, который планируется к освоению, выбран не сегмент основного продукта – суперконденсаторы, а сегмент устройства на его основе – конденсаторной системы пуска (КСП) двигателя внутреннего сгорания на основе модуля из суперкондесаторов серии МН, с различными характеристиками[1].

Суперконденсаторы получили применение в автомобилях с гибридной силовой установкой, которые все больше завоевывает рынок, благодаря экономичности. Основная цель использования приборов – это обеспечение нагрузочных характеристик аккумуляторов в момент начала движения и торможения и повышение эффективности использования энергии торможения гибридного автомобиля[2].

Для сравнения: для пуска автомобильного двигателя требуется мощность порядка 5кВт в течение 2 секунд (10 кДж). Свинцовый кислотный аккумулятор массой 1 кг имеет энергию 100 кДж, что достаточно для 10 пусков, но его мощность только 0,2 кВт, что в 25 раз меньше требуемой. Поэтому используется аккумулятор массой 25 кг. Суперконденсатор массой 0,5 кг запасает 20 кДж и обеспечивает мощность 5кВт, что достаточно для пуска двигателя. Если составить гибридный источник массой 1,5 кг (аккумулятор -1кг и суперконденсатор 0,5 кг), то с его помощью можно запустить двигатель 10 раз. Он занимает гораздо меньше места по сравнению с аккумуляторными батареями. Компания Дженерал Моторс, например, производит пикап с двигателем внутреннего сгорания, в котором пусковые

аккумуляторы заменены ионистрами. Эффективность двигателя выросла на 14%

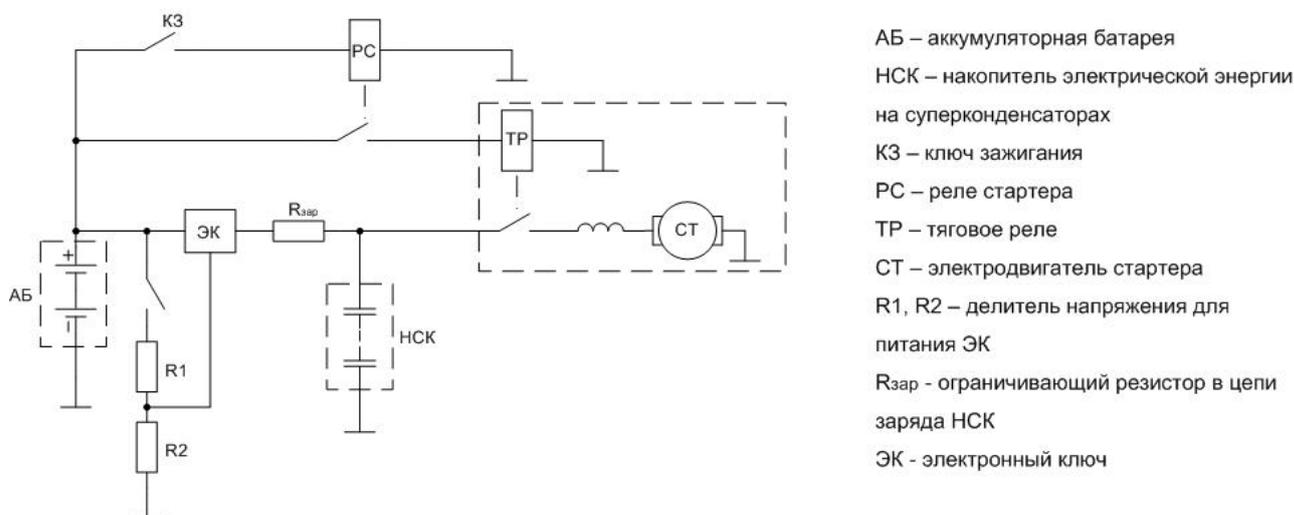


Рис.1.Электрическая схема конденсаторной системы пуска двигателя внутреннего сгорания с накопительным модулем на суперконденсаторах.

На Рис.1 приведена электрическая схема КСП ДВС с НСК. В данной схеме можно выделить две цепи:

- первая цепь, цепь заряда НСК.

Перед пуском двигателя водитель тумблером Тз открывает электронный ключ и подключает аккумуляторную батарею АБ через резистор Rз к НСК. В результате НСК заряжается до напряжения близкого ЭДС аккумуляторной батареи АБ. Степень заряда НСК контролируется водителем по вольтметру, подключенному параллельно НСК. При этом электрическая энергия запасаемая в НСК определяется следующим соотношением:

$$W = C * U^2 / 2$$

где W - Электрическая энергия, запасённая в НСК;

U – Напряжение на выводах НСК;

C – Электрическая ёмкость НСК;

После заряда НСК до напряжения близкого к ЭДС аккумуляторной батареи, водитель тумблером Тз закрывает электронный ключ и размыкает цепь заряда НСК.

- вторая цепь, цепь пуска электродвигателя стартера от НСК.

При повороте водителем ключа зажигания КЗ в положение пуск напряжение от аккумуляторной батареи АБ подаётся на обмотку реле стартера РС, которое своими контактами замыкает цепь питания втягивающей и удерживающей обмоток тягового реле стартера ТР . Электромагнит тягового реле вводит в зацепление шестерню стартера с шестерней венца маховика ДВС и замыкает силовые контакты соединяющие плюс НСК с обмотками

электродвигателя стартера. НСК разряжаясь через обмотки электродвигателя стартера, раскручивает коленчатый вал ДВС до пусковых оборотов. После пуска двигателя водителем ключом зажигания КЗ разрывает через реле стартера и тяговое реле цепь питания электродвигателя стартера.

Эффект от применения КСП ДВС по сравнению с классической системой пуска от аккумуляторной батареи заключается в возможности замены штатной стартерной аккумуляторной батареи транспортного средства на аккумуляторную батарею меньшей ёмкости. Кроме того, применение НСК позволяет увеличить ресурс стартерной аккумуляторной батареи за счёт снижения пиковых нагрузок воздействующих на аккумуляторную батарею в момент пуска ДВС[1].

Научно-исследовательская работа проводится совместно с ОАО НЗР «Оксид». Предприятие осваивает технологию производства суперконденсаторов и изготовление накопительных модулей на их основе. А также внедрение накопительных модулей в различные отрасли промышленности.

Библиографический список:

1. Холдинг ОАО «Росэлектроника»: по пути модернизации и высоких технологий // Альманах +(DVD). – М.: Издательство НО «Ассоциаций «Лига содействия оборонным предприятиям», 2014. – С.218 – 231.
2. Агентство промышленной информации Исследование мирового и российского рынка суперконденсаторов для транспорта // Информационно-аналитические материалы. – М.: Агентство промышленной информации, 2013.

УДК 623.4.023

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ ОГНЯ
ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ**

Иньшин Ю.Ю., Перистый А.П.

Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации
(филиал, г. Новосибирск)

Мотострелковые и разведывательные подразделения своими огневыми средствами способны создавать огонь большой плотности и успешно поражать живую силу противника и его огневые средства.

В ходе ведения боя командиры подразделений, исходя из условий конкретной обстановки и полученной задачи от старшего начальника определяют задачи (в том числе и огневые) своим подразделениям и огневым средствам. Грамотное решение огневых задач является залогом эффективного поражения противника в бою.

Содержание и последовательность решения огневой задачи во многом зависят от условий обстановки и включают: обнаружение, целеуказание и выбор цели; определение дальности до цели; выбор места и способа поражения цели; зарядание оружия; определение исходных установок для стрельбы; стрельбу по цели, корректирование огня. Из всего вышеперечисленного одним из основных элементов можно считать определение исходных установок для стрельбы.

Известно, что при стрельбе из автомата при табличных (нормальных) или близких к ним условиям стрельбы назначается прицел и точка прицеливания. Но такие условия, бывают крайне редко. В том случае если условия стрельбы отличаются от табличных (нормальных), назначается прицел с учетом поправок влияющих на дальность стрельбы и вынос точки прицеливания.

Притом если поправки по дальности недостаточно для изменения прицела вынос точки прицеливания меняется не только по направлению, но и по высоте. При применении полевых правил для назначения исходных установок отправной точкой является прицел, а точнее дальность до цели выраженная в сотнях метрах.

Руководство по 5,45- мм автомату Калашникова АК74 определяет, что для выбора прицела, точки прицеливания необходимо определить дальность до цели и учесть внешние условия, которые могут оказать влияние на дальность и направление полета пули. Прицел и точка прицеливания выбираются с таким расчетом, чтобы при стрельбе средняя траектория проходила посредине цели. Таким образом степень совмещения СТП с центром цели определяет точность стрельбы.

Из открытых источников известно, что разрабатываемые в настоящее время странами, членами блока НАТО прицелы и оружие имеют рассеивание при котором «большинство попаданий в мишень с расстояния 1000 ярдов (914 м) укладывается в ширину одной ладони», то есть, солдат противника будет поражен в голову. Кроме того, отклонение СТП от центра цели практически исключено, так как прицельную метку формирует баллистический вычислитель.

На вооружении мотострелковых подразделений имеются оптические прицелы. Такими прицелами укомплектована лишь незначительная часть оружия, остальным автоматчикам приходится использовать открытый прицел.

Применение механического (открытого) прицела вносит определенные неудобства при применении его при выполнении упражнений стрельб, тем более при ведении боя. Какие же это неудобства: сложно измерить дальность до цели с достаточной точностью; устанавливая точную дальность до цели, придётся переводить взгляд на прицельную планку и потому терять цель и всё поле боя из виду; время на перестановку (установку) прицела велико, у цели будет время скрыться или провести упреждающий выстрел; внесение поправок в точку прицеливания (вынос точки прицеливания) в метрах или фигурах (в метрах тяжело считать, в фигурах возможно только для целей,

ширина которых 0,5 метра).

Рассмотрим изменения в правила стрельбы из автомата АК74 с учетом оптимального выбора исходных установок для производства первого выстрела.

Для того чтобы поразить цель на максимальную дальность с минимальным расходом боеприпасов необходимо стволу оружия придать в пространстве определенный угол, как в вертикальной так и в горизонтальной плоскости (т.е. прицелиться) рис.1.



Рис.1. Наводка оружия.

Для более точного наведения оружия по вертикали необходимо как можно точнее определить дальность до цели. Но определить дальность до цели достаточно трудно, а зачастую и невозможно. Например, при определении дальности до цели ошибка будет составлять: глазомерным способом – 10-15%; по угловой величине цели (с использованием формулы тысячной) – 4-8%; по карте – 4-5%; с использованием дальномера ошибка будет составлять от 3 до 25 метров.

В последующем, после определения дальности до цели, необходимо дальность в метрах перевести в сотни метров, т.е. разделить на 100, таким образом, получаем прицел. К примеру, определив дальность одним из указанных способов, получили 562 метра. Прицел на такую дальность будет 5,62. Обратимся к прицельной планки автомата АК74 (рис.2).



Рис.2. Прицельная планка автомата АК74.

Прицела 5,62 на прицельной планке нет. Дистанционная шкала имеет цифровку от **1** до **10** (что составляет 100-1000 метров) с интервалом 1 (100 метров) и букву «**П**», что соответствует дальности до цели в сотнях метров и дальность прямого выстрела по грудной цели высотой 0.5 метра – 440

метров. Какой прицел поставить, как выйти из данной ситуации?

Разберем данную ситуацию на примере. Ведем стрельбу по грудной мишени высотой 0,5 метра из автомата Калашникова АК74. Определяем *Ппр* (поражаемое пространство)

Необходимо вспомнить, что поражаемое пространство – это расстояние на местности, при котором нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели.

При определении величины поражаемого пространства для автомата АК74 необходимо использовать таблицу превышения траекторий для автомата АК74 (таблица 1).

Из таблицы видно, что при стрельбе на 600 метров с прицелом 6 превышение траектории равно 0, а на 500 метров, с этим же прицелом 6 – 0,82 метра, следовательно, поражаемое пространство меньше 100 метров.

Для определения глубины поражаемого пространства (*Ппр*) составим пропорцию:

$$100 \text{ м} - 0,82 \text{ м}; X \text{ м} - 0,5 \text{ м}$$

$$Ппр = X \text{ м} = (100 \times 0,5) : 0,82 = 60 \text{ м}$$

Пределы глубины поражаемого пространства от 540 до 600 метров, поэтому при стрельбе на дальности 562 метра необходимо установить прицел «6», точка прицеливания определить нижний край цели (НКЦ).

Таким образом, при точном определении дальности до цели целесообразно округлять дальность в большую сторону и выбирать соответствующий прицел. Цель будет поражена за счет поражаемого пространства

Табл. 1. Превышение траектории над линией прицеливания

а) для автомата Калашникова (АК74, АКС74)

Пуля со стальным сердечником

Вес пули – 3,4 г.

Начальная скорость пули – 900 м/с.

Дальность, м Прицел	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Сантиметры											
1	0	0	-3	-10	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3	5	5	0	-10	-25	-	-	-	-	-	-
3	6	13	17	16	11	0	-17	-43	-	-	-	-
4	11	24	33	38	37	32	20	0	-27	-65	-	-
5	18	37	53	64	70	71	65	52	31	0	-42	-98
Дальность, м Прицел	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
	Метры											
6	0,54	0,9 7	1,2	1,2	0,8 2	0	-1,5	-3,7	-	-	-	-
7	0,75	1,4	1,8	2,0	1,9	1,3	0	-2,1	-5,2	-	-	-
8	1,0	1,9	2,7	3,1	3,2	2,9	1,9	0	-2,9	-7,0	-	-
9	1,4	2,2	3,6	4,4	4,8	4,8	4,1	2,6	0	-3,8	-8,9	-
10	1,7	3,3	4,8	5,9	6,7	7,1	6,8	5,6	3,4	0	-4,8	-11,1

Возникает вопрос, а зачем же тогда точно определять дальность до цели, если все равно данные значения округляются? А может быть необходимо время, потраченное на определение дальности, установку прицела, рациональнее будет использовать на разведку целей, выбор огневой позиции, ее занятие, корректирование огня, а так же огневую помощь товарищу.

Возможно, что решением данной проблемы является рациональное использование «Дальности прямого выстрела» при стрельбе.

Дальность прямого выстрела – это максимальное расстояние на местности, при которой высота траектории равна высоте цели, т.е. траектория не поднимается выше цели и не опускается ниже нижнего края.

Например, для определения дальности прямого выстрела из автомата АК74 по грудной фигуре (мишень № 6) высотой 0,5 метра находим наибольшую высоту траектории с Прицелом = 4 – 0,4 метра, с Прицелом = 5 – 0,74 метра (таблица 2). Следовательно, дальность прямого выстрела будет больше 400 метров, но меньше 500 метров. Для определения, насколько дальность прямого выстрела больше 400 метров, необходимо составить пропорцию:

- 100 метров (500 - 400) увеличивает превышение траектории на 0,34 метра (0,74 – 0,4), цель выше траектории на 400 метров на 0,1 м (0,5 - 0,4)

$$100 \text{ м} - 0,34 \text{ м}$$

$$X \text{ м} - 0,1 \text{ м}$$

$$X \text{ м} = (100 \times 0,1) : 0,34 = 29,4 \text{ м}$$

ДПВ (дальность прямого выстрела) = 430 м (400 + 29,4), а установка прицела, соответствующая ей – 4,4 (П).

Действительно такая установка прицела есть на прицельной планке. Делаем вывод, что на дальности стрельбы до 440 метров по грудной фигуре целесообразно вести огонь с постоянным прицелом «П», выбрав точку прицеливания нижний край цели. С данными исходными установками цель будет поражена с различной вероятностью, так как вероятность попадания тем больше, чем ближе центр рассеивания совпадает с центром цели.

Какова же вероятности попадания на эти дальности?

Проведем вычисления и получим:

$$P \text{ на } 100 \text{ метров } p = 0,50 \cdot \frac{S_{ц}}{3,06 * B_{в} * B_{б}} = 0,50 \cdot \frac{0,20}{0,06 \cdot 0,08 * 3,06} = 0,68 \text{ или } 68\%.$$

$$P \text{ на } 200 \text{ метров } p = 0,50 \cdot \frac{S_{ц}}{3,06 * B_{в} * B_{б}} = 0,50 \cdot \frac{0,20}{0,12 \cdot 0,16 * 3,06} = 0,757 \text{ или } 76\%.$$

$$P \text{ на } 300 \text{ метров } p = 0,50 \cdot \frac{S_{ц}}{3,06 * B_6 * B_б} = 0,50 \cdot \frac{0,20}{0,18 \cdot 0,24 * 3,06} = 0,77 \text{ или } 77\%.$$

$$P \text{ на } 400 \text{ метров } p = 0,50 \cdot \frac{S_{ц}}{3,06 * B_6 * B_б} = 0,50 \cdot \frac{0,20}{0,23 \cdot 0,32 * 3,06} = 0,44 \text{ или } 44\%.$$

Из данных расчетов видно, что вероятность попадания практически на все дальности составляет больше 50%. Таким образом, в напряженные минуты боя нет необходимости устанавливать (переставлять) прицел, при стрельбе по целям высотой 0,5 метра, достаточно приближенно определить, что цель находится не далее 440 метров.

Одна проблема решена, но на поле боя цель движется. Определим дальность прямого выстрела по движущейся цели (мишень № 8 высота 1,5 метра).

Используя основную таблицу стрельбы для автомата АК74, находим (таблица 2): наибольшую высоту траектории с ПР = 6 – 1,3 м, с ПР = 7 – 2,1 м. Следовательно, дальность прямого выстрела будет больше 600 метров, но меньше 700 метров. Для определения, насколько дальность прямого выстрела больше 600 метров, необходимо составить пропорцию:

- 100 м (700-600) увеличивают превышение траектории на 0,8 м (2,1-1,3), а цель выше траектории на 600 м на 0,2 м (1,5-1,3)

$$100 \text{ м} - 0,8 \text{ м}$$

$$X \text{ м} - 0,2 \text{ м}$$

$$X \text{ м} = (100 \times 0,2) : 0,8 = 25 \text{ м}$$

Дальность прямого выстрела ДПВ = 625 м (600 + 25), а установка прицела, соответствующая ей – 6,25.

С данным прицелом (6,25) цель высотой 1,5 метра будет поражена на дальности до 625 метров. Но на прицельной планке такой установки прицела нет. Так какой прицел установить 6 или 7? Но если прицел «П» устанавливается без всяких проблем, то прицел 6 или 7 или любой другой установить проблематично, особенно зимой, под огнем противника, а ночью. Хотя методика определяют, что необходимо учить солдата устанавливать прицел ночью по щелчкам. Но хотелось бы посмотреть на этого «методиста» в зимних условиях, да еще ночью, устанавливающего прицел по щелчкам. Наверно возможно, но потребует длительной тренировки.

Табл. 2. Основная таблица
а) для автомата Калашникова (АК74, АКС74)

Пуля со стальным сердечником

Вес пули 3,4 г.

Начальная скорость пули – 900 м/с.

Угол вылета – 4 мин.

Дульная энергия пули – 140 кгм.

Дальность	Угол прицеливания		Угол падения		Высота траектории	Горизонтальная дальность до вершины траектории	Полное время полета пули	Окончательная скорость пули	Энергия пули у точки падения
	Град. мин.	Тыс.	Град. мин.	Тыс.					
100	0 08	2,2	0 02	0,6	0,02	51	0,12	801	111
200	0 10	2,8	0 06	1,7	0,08	104	0,25	709	87
300	0 13	3,6	0 10	2,8	0,20	159	0,39	623	67
400	0 16	4,4	0 16	4,4	0,40	217	0,57	543	51
500	0 20	5,5	0 25	6,9	0,74	277	0,77	467	38
600	0 26	7,2	0 38	11	1,3	341	1,01	397	26
700	0 34	9,4	0 57	16	2,1	407	1,29	340	20
800	0 43	12	1 21	23	3,3	476	1,60	306	16
900	0 54	15	1 49	30	4,9	543	1,94	285	14
1000	1 07	19	2 20	39	7,1	608	2,34	267	12

Как же стрелять по мишени высотой 1,5 метра без перестановки прицела?

Для увеличения эффективности стрельбы и сокращения времени на выполнение огневой задачи необходимо использовать дальности прямого выстрела, а именно прицел «П» установленный на прицельной планке, как по целям высотой 0,5 метра, так и по целям высотой 1,5 метра.

В таблицах стрельбы есть превышение траектории с прицелом «4» и «5», но с прицелом «П» нет.

Для решения данной проблемы необходимо рассчитать высоту траектории (табл. 3) с прицелом «П», т.е. «4,4».

Табл.3.
Превышение траектории над линией прицеливания
(дополнение к табл. 1)

Дальность	Превышение траекторий над линией прицеливания						
	100	200	300	400	450	500	600
4	24	38	32	0	-27	-65	
4,4	29,2	48,4	47,6	20,8	-4	-39	
5	37	64	71	52	31	0	-98

Из боевых свойств автомата АК74 известно, что дальность наиболее эффективного огня составляет 500 метров. На данную дальность траектория не поднимается выше высоты цели (1,5 метра), но на дальностях 450 и 500 метров опускается ниже линии прицеливания.

Для того чтобы вести прицельную эффективную стрельбу из автомата АК74 на дальностях до 400 метров по ростовой фигуре (атакующему стрелку) с прицелом «П» необходимо точку прицеливания выбирать на 1/3 (+0,5 м) выше нижнего края цели, (бедро). Траектория при этом пройдет через цель, притом с хорошей вероятностью попадания, так как средняя траектория практически совпадает с центром цели. Вероятно, на дальностях больше 400 метров целесообразно изменить точку прицеливания.

Можно сделать вывод, что при выполнении упражнений стрельб из автомата АК74, а особенно в бою, нет необходимости переставлять прицел.

Необходимо правильно и рационально использовать дальность прямого выстрела, а именно: ползет противник точка прицеливания НКЦ, бежит на дальности до 400 метров в бедро, на большую дальность в грудь. Автоматчик должен большее внимание уделять разведке целей, их распознаванию, выбору огневой позиции, корректированию огня. Прицел должен находиться в положении «П», и в зависимости от высоты цели, расстоянию до цели на основании таблицы, изменяется только точка прицеливания, как показано на рис. 3.

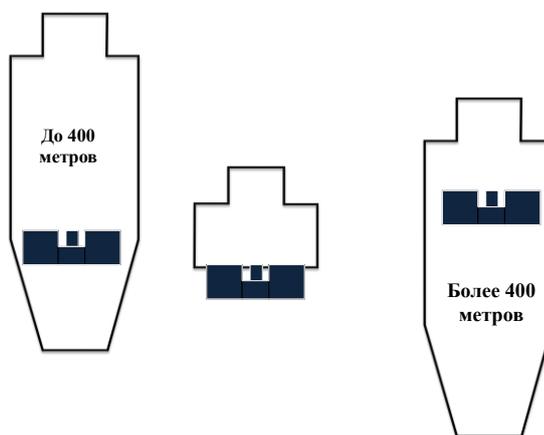


Рис.3. Точка прицеливания на различные дальности.

Таким образом, при использовании дальности прямого выстрела, при стрельбе, отпадает необходимость в точном определении дальности до цели.

Кроме того, при стрельбе из стрелкового оружия, как правило, условия стрельбы будут отличаться от нормальных и возникает необходимость определения поправки на ветер и упреждения на движение цели.

Необходимо несколько упростить этот процесс.

Наставления, учебники предлагают брать поправки либо в метрах, что очень тяжело, либо в фигурах цели, причем фигуры цели рассчитываются на

ширину 0,5 метра, (т. е грудная или ростовая мишень). Но стрелок ведет огонь не только по этим целям, но и по гранатометам, пулеметам, пулеметным расчетам и т.п. Можно сделать вывод, что для того, чтобы стрелять по целям, ширина которых отличается от 0,5 метра, необходимо вводить переходные коэффициенты. Проблема при выполнении упражнений стрельбы, а тем более в бою практически не решаемая. По видимому решение данной проблемы кроется в том, что для взятия поправок по боковому направлению, необходима величина, которая была бы приемлема при стрельбе на все дальности, по целям любого размера. Этой величиной, к примеру, может быть мушка автомата. Рассмотрим выбор поправки применительно к кроющей величине мушки.

Для начала, используя формулы «тысячной» определим кроющую величину мушки по формуле: $У=В*1000/0,68=2,941176=0-03$;

где: В – ширина мушки = 2мм.; 0,68 м – расстояние от глаза до мушки; У – угол в тысячных (кроющая величина мушки).

На основе таблицы поправок на ветер можно разработать полевые правила стрельбы. Таблица поправок на сильный ветер (8-10м/с.) будет выглядеть таким образом:

Табл.4.

Дальность стрельбы в метрах	Поправки на боковой умеренный ветер (4 м/с) под углом 90° к направлению стрельбы (округленно)	Поправки на боковой сильный ветер (10-12 м/с) под углом 90° к направлению стрельбы (округленно)
	Автомат (поправка в тысячных).	
100	0-00,3	0-00,6
200	0-00,5	0-01
300	0-01	0-02
400	0-01,5	0-03
500	0-02	0-04
600	0-02	0-04
700	0-03	0-06
800	0-03,5	0-07
900	0-04	0-08

Анализ закономерности таблицы № 4 позволяет выработать полевые правила стрельбы с использованием кроющей величины мушки на сильный ветер.

Табл. 5.

Полевое правило стрельбы на боковой сильный ветер	
Дальность	Поправка
До 200 метров	Не учитывается
300-400 метров	1 мушка
400-600 метров	1,5 мушки
Более 600 метров	2 мушки

На основе таблицы поправок на движение цели (скорость 2-3 м/сек.), с учетом кроющей величины мушки, можно составить таблицу:

Табл. 6.

Упреждение на фланговое движение цели со скоростью 2-3 м/сек.	
Дальность	Упреждение
До 400 метров	1 мушка
400-600 метров	1,5 мушки
Более 600 метров	2 мушки

Данные расчеты позволяют значительно упростить полевые правила стрельбы и составить сводную таблицу полевых правил:

Табл.7.

	На боковой ветер 10 м/с (сильный)	На фланговое движение цели (упреждение) (2-3 м/с)
Поправки для автомата АК74	До 200м не учитываем 300-400м – 1 мушка 400-600 м – 1,5 мушки Свыше 600м – 2 мушки	До 400м – 1 мушка 400-600 – 1.5 мушки Свыше 600м – 2 мушки

Рассмотренная методика назначения исходных установок сводится к следующему. Стрелок разведав цель (к примеру, залегший солдат) и определив, что дальность до него явно меньше 440 метров, определяет поправку на ветер (например, сильный слева на право), не отвлекаясь от наблюдения за целью, (прицел в положении «П») прицеливается.

Применение данного правила назначения исходных установок при стрельбе с механическим прицелом должно повысить эффективность стрельбы за счет того, что нет необходимости одновременно вести наблюдение за целью, определять дальность до нее и устанавливать прицел.

Таким образом, данные рекомендации по назначению исходных установок при стрельбе из автомата Калашникова АК74, в условиях отличающихся от нормальных, помогут значительно снизить время на подготовку первого выстрела, обеспечив более качественное наблюдение за полем боя, быстрый и качественный выбор огневой позиции.

Библиографический список:

1. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия. - М.: Воениздат, 1984 г.
2. Огневая подготовка мотострелковых подразделений. - М.: Воениздат, 2008 г.

3. «Эффективность стрельбы из автоматического оружия» Шерешевский М.С., Гонтарев А.Н., Минаев Ю.В., Москва, ЦНИИ информации, 1979 г.

4. «Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова (АК74, АКС74, АК74Н, АКС74Н) и 5,45-мм ручному пулемёту Калашникова (РПК74, РПКС74, РПК74Н, РПКС74Н)» Главное управление боевой подготовки Сухопутных войск, Уч.-изд., 1982 г.

5. «Таблицы стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибров 5,45 и 7,62 мм» МО СССР, ТС / ГРАУ №61, Военное издательство МО СССР, Москва, 1977 г.

УДК 544.473

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ С₂ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ МЕТАНА

¹ Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

² Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

³ Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г.

Кемерово

Исмаилов И.З.¹, Матус Е.В.¹, Кузнецов В.В.¹, Васильев С.Д.²,

Керженцев М.А.¹, Исмаилов З.Р.^{1,3}

gelio8@yandex.ru

В настоящее время в России уровень добычи природного газа (ПГ) составляет ~ 650 млрд. м³/год, а попутного нефтяного газа (ПНГ) ~ 45 млрд. м³/год [1]. Однако основной областью использования ПГ и ПНГ остается выработка тепла и электроэнергии путем их сжигания в газотурбинных или газопоршневых установках. Использование ПГ и ПНГ в качестве сырья для химической промышленности ограничено 1.5-5% [1]. Кроме того, отсутствие экономически эффективных технологий глубокой переработки ПНГ обуславливает его сжигание (до 25%) на факелах, что сопровождается значительными объемами вредных выбросов в окружающую среду и может стать причиной экологического кризиса. Рост темпов потребления углеводородного сырья и, как следствие, истощение его запасов, диктует необходимость перехода к ресурсосберегающим технологиям, обеспечивающим более эффективное и рациональное использование природных ресурсов. Таким образом, разработка процессов конверсии метана – основного компонента ПГ и ПНГ - в базовые продукты и полупродукты нефтехимии является актуальной задачей.

Окислительная конденсация метана (ОКМ) является прямым способом

конверсии метана в C₂ углеводороды - этан и этилен:



Производство этилена является наиболее многотоннажным в нефтехимии и постоянно растущим. В ближайшей перспективе прогнозируется ежегодный мировой прирост его производства 4-6% [2]. Одними из наиболее эффективных катализаторов ОКМ являются системы на основе диоксида кремния, модифицированного оксидами марганца, вольфрама и щелочного металла. Известно, что вариация типа и содержания модифицирующей добавки позволяет регулировать свойства MnNaW/SiO₂ катализатора [3]. В настоящей работе с целью оптимизации состава катализатора исследовано влияние анионных (S, P, Cl) добавок на физико-химические свойства и активность MnNaW/SiO₂ в реакции ОКМ. Проведено сопоставление каталитических свойств MnNaW/SiO₂ катализаторов, модифицированных анионными (S, P, Cl) и катионными (Ce, Zr, La [4]) добавками.

MnNaW-M/SiO₂ катализаторы получали методом последовательной пропитки по влагоемкости диоксида кремния SiO₂ (SilicagelDavisil 646, 250-500 мкм, Sigma-Aldrich) растворами соответствующих предшественников металлов (Na₂WO₄·2H₂O, Na₂C₂O₄, Mn(CH₃COO)₂·4H₂O, Na₂SO₄, Na₂S₂O₃, Na₂HPO₄·12H₂O, NaH₂PO₄·2H₂O, NaCl), с последующими стадиями сушки (120°C/6 ч) и прокаливания (850°C/6 ч). Во всех полученных образцах содержание металлов составляло - ~ 2.0 масс.% Mn, ~ 1.6 масс.% Na и ~ 3.1 масс.% W. Полученные образцы катализаторов охарактеризованы комплексом физико-химических методов (рентгено-флуоресцентный анализ, N₂ адсорбция, РФА, ПЭМВР) и протестированы в реакции ОКМ. Исследование активности катализаторов в реакции ОКМ проводили в проточной системе при атмосферном давлении, температуре 650-950°C и скорости газового потока 180 мл/мин. Молярное соотношение реагентов CH₄:O₂:He в исходной реакционной смеси составляло 4:1:2.

На рис. 1 представлены данные по влиянию типа и содержания модифицирующей добавки на каталитические свойства MnNaW-X/SiO₂ (X = S, P, Cl) в реакции ОКМ.

При введении анионной модифицирующей добавки положительное влияние отмечено только в случае добавок хлора (рис. 1). При этом наблюдается смещение максимума выхода C₂ углеводородов в низкотемпературную область (750 vs 800°C).

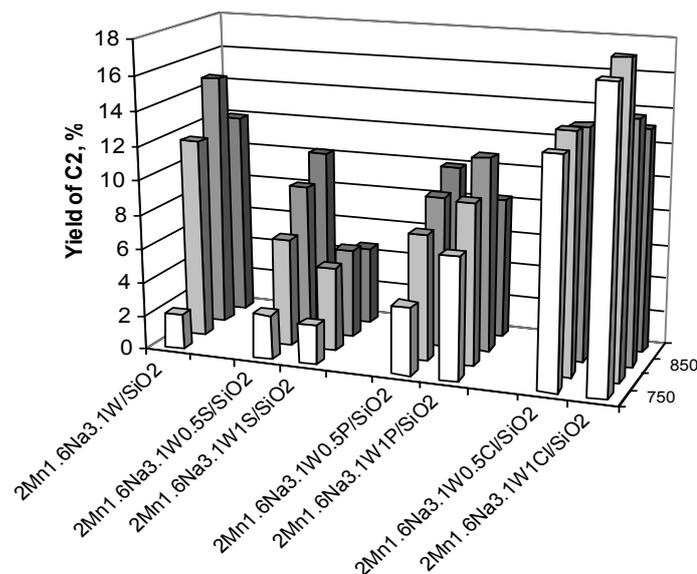


Рис.1. Влияние типа и содержания анионной модифицирующей добавки на каталитические свойства MnNaW-X/SiO₂ в реакции ОКМ (X = S, P, Cl)

Максимальные значения конверсии метана и селективности образования C₂ углеводородов составляют 39 и 46%, соответственно. Среди катализаторов, модифицированных анионными добавками, наиболее низкие показатели ОКМ наблюдаются в случае введения серы в состав катализатора: при незначительном снижении конверсии метана происходит существенное уменьшение селективности образования C₂ углеводородов (42 vs 18-28%). Характер изменения показателей реакции ОКМ при вариации содержания модифицирующей добавки зависит от ее типа: увеличение ее содержания приводит к 1) уменьшению (S); 2) увеличению (P, Cl) конверсии метана и селективности образования C₂ углеводородов.

Для немодифицированного MnNaW/SiO₂ образца удельная поверхность (S_{БЭТ}) составляет - 0.8 м²/г, объем пор - 0.002 см³/г. Некоторое увеличение S_{БЭТ} наблюдается при введении в MnNaW/SiO₂ катализатор добавок S или Cl (Рисунок 2).

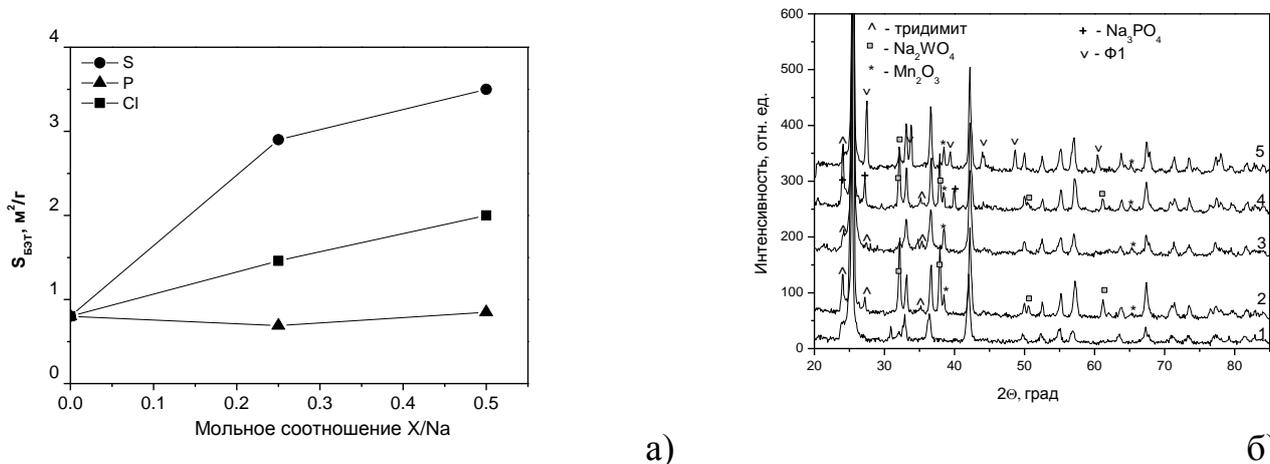


Рис. 2 . Влияние типа и содержания анионной модифицирующей добавки на текстурные характеристики (а) и фазовый состав MnNaW-X/SiO₂ катализаторов (X = S, P, Cl). 1) - α-кристобалит, (2) - MnNaW/SiO₂, (3) - MnNaW-S/SiO₂, (4) - MnNaW-P/SiO₂, (5) - MnNaW-Cl/SiO₂.

По данным рентгенофазового анализа (Рисунок 2), в немодифицированном MnNaW/SiO₂ образце после прокаливании при 850°С присутствуют фазы α-кристобалита, тридимита, Na₂WO₄ и Mn₂O₃. При введении в состав катализаторов P или Cl рассмотренные фазы сохраняются, и наблюдается формирование дополнительных фаз: в случае P – Na₃PO₄; Cl – неидентифицированная фаза (Ф1), характеризующаяся набором линий при 2θ = 27.5, 33.7, 39.4, 44.1, 48.6 и 60.5 град. В случае добавки S наблюдается исчезновению фазы Na₂WO₄ в составе катализатора, что, вероятно, может являться причиной ухудшения каталитических свойств MnNaW-S/SiO₂.

Результаты исследования стабильности работы катализаторов в реакции ОКМ представлены в Таблице 1. Показано, что MnNaW/SiO₂ и MnNaW-Cl/SiO₂ катализаторы отличаются нестабильностью работы. Напротив, в случае MnNaW-La/SiO₂ образца достигаются стабильные показатели процесса ОКМ: конверсия метана составляет 35-40%, выход C₂ углеводородов ~ 15% [4].

Табл. 1. Активность катализаторов в реакции ОКМ при 800°С

Катализатор	Продолжительность реакции, ч	Конверсия метана, %	Выход C ₂ , %
MnNaW/SiO ₂	2	22	9
	12	15	6
MnNaW-Cl/SiO ₂	2	15	7
	12	11	10
MnNaW-La/SiO ₂	2	37	16
	12	40	15

С учетом данных [4], можно заключить, что для модифицированных MnNaW/SiO₂ катализаторов увеличение выхода целевых продуктов реакции наблюдается в следующем ряду модифицирующих добавок S<Zr<P<Ce<La<Cl. Выявлен оптимальный состав катализатора - MnNaW-La/SiO₂, характеризующийся стабильной работой в условиях реакции ОКМ.

Авторы выражают благодарность канд. хим. наук Ушакову В.А., канд. хим. наук Герасимову Е.Ю., Краевской И.Л. и Ефименко Т.Я. за помощь в исследовании образцов физико-химическими методами. Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой рамочной программы Европейского союза (FP7/2007-2013, грант № 262840).

Библиографический список:

1. Арутюнов В.С. Окислительная конверсия природного газа. М.: Красанд, –2011. – 640 с.
2. Меньшиков В.А., Синев М.Ю. Производство этилена из природного газа методом окислительной конденсации метана // Катализ в промышленности. – 2005. – Т. 1. – С. 25–35.
3. Zavyalova U., Holena M., Schlogl R., Baerns M. Statistical Analysis of Past Catalytic Data on Oxidative Methane Coupling for New Insights into the Composition of High-Performance Catalysts // ChemCatChem. – 2011. – V. 3. – P. 1935-1947.
4. Исмагилов И.З., Матус Е.В., Кузнецов В.В., Васильев С.Д., Керженцев М.А., Исмагилов З.Р. Синтез и исследование промотированных катализаторов MnNaW-M/SiO₂ (M = Ce, Zr, La) для окислительной димеризации метана // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 15 Всерос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 23–25 апр. 2014 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – С. 270–274.

РАЗРАБОТКА NiPd КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ КОНВЕРСИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИНТЕЗ-ГАЗ

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

²Новосибирский Государственный Технический Университет, г.
Новосибирск

³Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

Исмагилов И.З.¹, Матус Е.В.¹, Кузнецов В.В.¹, Нефедова Д.В.²,

Керженцев М.А.¹, Исмагилов З.Р.^{1,3}

nefedova.darya@gmail.com

Значительные ресурсы, доступность и относительно низкая стоимость природного газа создают благоприятные условия для перехода от нефтехимических к газохимическим технологиям [1]. Предложены различные способы переработки метана в продукты с добавочной стоимостью (Схема 1). В настоящее время основным продуктом химической конверсии природного газа является синтез-газ (смесь СО и Н₂), который служит исходным сырьем для получения синтетических жидких углеводородов (продуктов синтеза Фишера–Тропша) и базовых химических продуктов (водород, диметиловый эфир (ДМЭ), метанол).

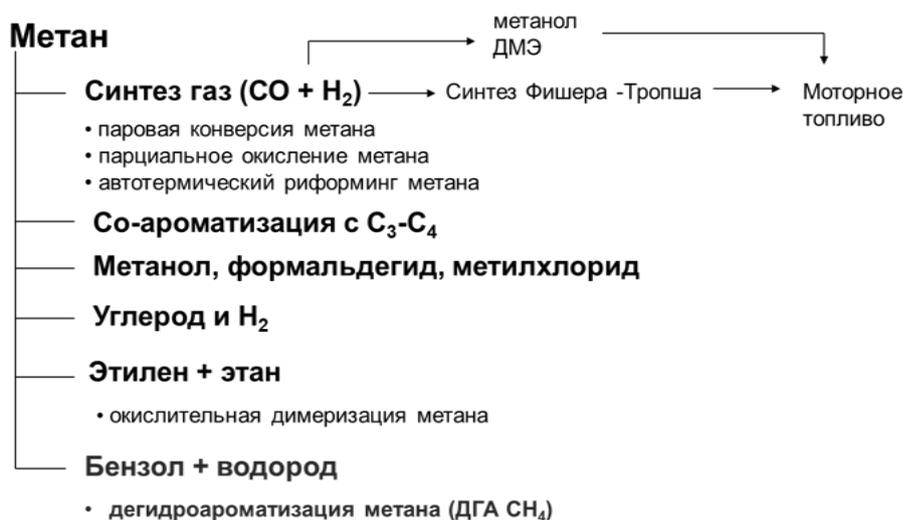
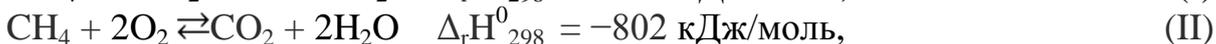
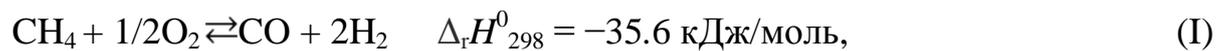


Схема 1 – Основные направления каталитической переработки метана

Процесс автотермического риформинга метана (АТР CH₄) является наиболее эффективным способом получения синтез-газа [2]. Благодаря интеграции эндотермических и экзотермических реакций, в ходе АТР CH₄ эффективно реализуются процессы теплообмена, что приводит к существенному снижению энергозатрат и обеспечивает решение проблемы с подводом и отводом тепла при получении синтез-газа:



Согласно сравнительным технико-экономическим характеристикам современных процессов получения синтез-газа из метана [2], автотермический риформинг метана имеет существенное преимущество.

Отечественные катализаторы для автотермического риформинга углеводородного сырья не производятся серийно, поэтому для успешной практической реализации процесса АТР CH_4 необходима разработка высокоактивного и стабильного катализатора. Известно, что характер взаимодействия металл–носитель является одним из ключевых факторов, определяющих свойства нанесенных металлсодержащих частиц. В частности, химический состав носителя может оказывать влияние на размер, морфологию, электронные и окислительно-восстановительные свойства нанесенных металлсодержащих частиц и, соответственно, на их каталитические свойства [3]. В этой связи рассматривается возможность регулирования данных параметров путем введения модифицирующих добавок в оксидный носитель.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния модифицирования носителя Al_2O_3 однокомпонентными ($x = \text{CeO}_2, \text{ZrO}_2, \text{La}_2\text{O}_3$ и MgO) и многокомпонентными ($x = \text{CeO}_2\text{-ZrO}_2, \text{CeO}_2\text{-La}_2\text{O}_3, \text{CeO}_2\text{-MgO}$ и $\text{La}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2\text{-ZrO}_2$) оксидными добавками на свойства биметаллического NiPd катализатора.

Носители $x/\text{Al}_2\text{O}_3$ получали методом пропитки по влагоемкости носителя $(\gamma + \delta)\text{-Al}_2\text{O}_3$ водным раствором смеси соответствующих солей металлов (нитрат церия, оксихлорид циркония, нитрат лантана, нитрат магния) с заданной концентрацией, с последующими стадиями сушки и прокаливания ($850^\circ\text{C}/6 \text{ ч}$). Катализаторы $\text{NiPd}/x/\text{Al}_2\text{O}_3$ получали методом совместной пропитки по влагоемкости носителя $(x/\text{Al}_2\text{O}_3)$ водным раствором смеси солей металлов (нитрата никеля, нитрата палладия) с заданной концентрацией, с последующими стадиями сушки и прокаливания ($500^\circ\text{C}/4 \text{ ч}$). Во всех полученных образцах расчетное содержание металлов составляло 10 мас. % Ni и 0.5 мас. % Pd . Полученные образцы катализаторов охарактеризованы комплексом физико-химических методов (рентгено-флуоресцентный анализ, РФА, N_2 адсорбция, ПЭМВР, ТПВ- H_2) и протестированы в реакции АТР CH_4 . Исследование активности катализаторов в реакции АТР метана проводили в проточной системе при атмосферном давлении, температуре $650\text{-}950^\circ\text{C}$ и скорости газового потока 200 мл/мин. Молярное соотношение реагентов $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{O}_2$: Нев исходной реакционной смеси составляло 1 : 1 : 0.75 : 2.5.

Методом низкотемпературной адсорбции азота показано, что $x/\text{Al}_2\text{O}_3$ носители характеризуются $S_{\text{БЭТ}} \approx 50\text{-}110 \text{ м}^2/\text{г}$ и $V_{\text{пор}} \approx 0.2\text{-}0.4 \text{ см}^3/\text{г}$. Текстуальные характеристики носителей зависят от типа модифицирующей добавки: наиболее высокие значения удельной поверхности наблюдаются для $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ образцов ($100\text{-}110 \text{ м}^2/\text{г}$), в то время как наиболее низкие – для

$\text{La}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ образцов ($50\text{--}90 \text{ м}^2/\text{г}$). За исключением $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ носителей, значения $S_{\text{БЭТ}}$ и $V_{\text{пор}}$ образцов снижаются (на $20\text{--}30\%$) с увеличением содержания модифицирующей добавки (от 10 до 30 мас. \%) в составе носителя. Введение предшественников оксидов никеля и палладия методом пропитки с последующим прокаливанием при 500°C приводит к уменьшению значений удельной поверхности и объема пор носителя на $\sim 20\%$. Приготовленные катализаторы характеризуются $S_{\text{БЭТ}} \approx 40\text{--}90 \text{ м}^2/\text{г}$ и $V_{\text{пор}} \approx 0.2\text{--}0.3 \text{ см}^3/\text{г}$.

По данным РФА, для всех полученных катализаторов на фоне дифракционной картины носителя присутствуют пики, появление которых обусловлено формированием фазы NiO . Пики, относящиеся к Pd -содержащей фазе, отсутствуют, что может свидетельствовать о ее высокодисперсном состоянии. Размер частиц NiO (область когерентного рассеяния, ОКР), рассчитанный из данных РФА, зависит от состава носителя (рис. 1). Так, в случае двухкомпонентных оксидных добавок и $M/\text{Al} = 0.04$ ($M = \text{Ce}+\text{Zr}$, $\text{Ce}+\text{La}$ или $\text{Ce}+\text{Mg}$) увеличение среднего размера NiO частиц (от 9.0 до 13.5 нм) наблюдается в следующем ряду носителей: $\text{Ce}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{O}_{1.5}/\text{Al}_2\text{O}_3 < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < \text{Ce}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{O}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. За исключением La -содержащих добавок, с ростом мольного соотношения M/Al от 0.04 до 0.12 размер NiO частиц увеличивается ($M = \text{Ce}$, Mg , $\text{Ce}+\text{Zr}$, $\text{Ce}+\text{Mg}$) или остается постоянным ($M = \text{Zr}$). Минимальный размер NiO частиц (6.0 нм) наблюдается в случае $20\text{La}_2\text{O}_3/10\text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ носителя, а максимальный размер NiO частиц (20.0 нм) в случае использования $30\text{CeO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ носителя. Зависимость размера частиц NiO от состава носителя не имеет корреляции со значениями их удельной поверхности.

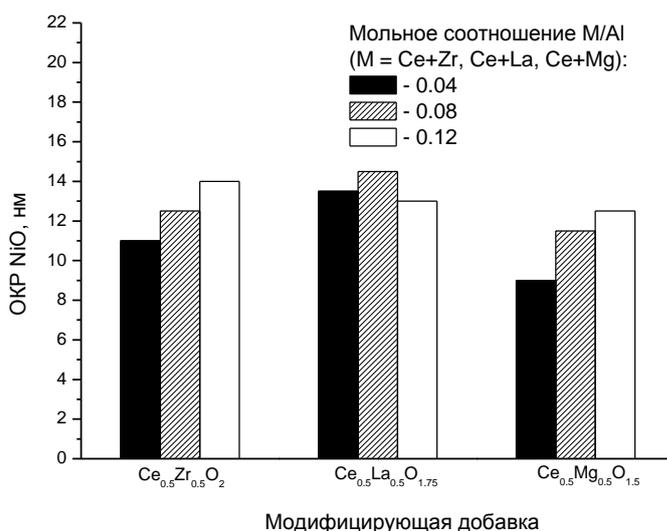


Рис. 1. Влияние состава носителя на средний размер частиц NiO в катализаторах $\text{NiPd}/x/\text{Al}_2\text{O}_3$ ($x = \text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$, $\text{Ce}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{O}_{1.75}$, $\text{Ce}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{O}_{1.5}$)

Дополнительную информацию о структуре катализаторов получали при

исследовании образцов методом ПЭМВР. В случае NiPd/Al₂O₃ катализатора на основе немодифицированного оксида алюминия на поверхности носителя присутствуют частицы NiO и NiAl₂O₄ пластинчатого типа размером ~10 нм, а также частицы Pd размером ~2–3 нм. При модифицировании носителя оксидными добавками CeO₂ или ZrO₂ состав никельсодержащих фаз катализатора сохраняется – NiO и NiAl₂O₄. В случае La-содержащих модифицирующих добавок наблюдается формирование дополнительных фаз (Ni-La-O и/или Ni-La-Al-O). По данным ТПВ-H₂, введение в состав Al₂O₃ носителя CeO₂, ZrO₂, Ce_{0.5}Zr_{0.5}O₂ снижает, а La₂O₃ и La₂O₃/Ce_{0.5}Zr_{0.5}O₂ добавок увеличивает долю трудновосстанавливаемых ионов Ni²⁺.

Установлено, что разработанные катализаторы проявляют высокую активность в реакции АТР СН₄: выход H₂ составляет 40-65% при конверсии СН₄ 65-95% и температуре реакции 850°С (табл. 1). Выявлен оптимальный состав катализатора - NiPd/20La₂O₃/10Ce_{0.5}Zr_{0.5}O₂/Al₂O₃, характеризующийся стабильной работой в условиях реакции АТР СН₄.

Табл. 1. Активность катализаторов в реакции АТР СН₄

Катализатор	Продолжительность реакции, ч	Конверсия метана, %	Выход водорода, %
NiPd/20La ₂ O ₃ /10Ce _{0.5} Zr _{0.5} O ₂ /Al ₂ O ₃	2	95	55
	24	90	65
NiPd/30Ce _{0.5} Zr _{0.5} O ₂ /Al ₂ O ₃	2	95	50
	24	80	50
NiPd/10Ce _{0.5} Zr _{0.5} O ₂ /Al ₂ O ₃	2	85	50
	24	65	40

Авторы выражают благодарность канд. хим. наук Ушакову В.А., канд. хим. наук Яшник С.А., канд. хим. наук Герасимову Е.Ю., Краевской И.Л. и Ефименко Т.Я. за помощь в исследовании образцов физико-химическими методами. Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой рамочной программы Европейского союза (FP7/2007-2013, грант № 262840).

Библиографический список:

1. Арутюнов В.С. Окислительная конверсия природного газа. М.: Красанд, –2011. – 640 с.
2. Махлин В.А., Цецерук Я.Р. Современные технологии получения синтез-газа из природного и попутного газа // Химическая промышленность сегодня. – 2010. – Т. 3. – С. 6–17.

3. Ismagilov I.Z., Matus E.V., Kuznetsov V.V., Kerzhentsev M.A., Yashnik S.A., Prosvirin I.P., Mota N., Navarro R.M., Fierro J.L.G., Ismagilov Z.R. Hydrogen production by autothermal reforming of methane over NiPd catalysts: effect of support composition and preparation mode // Int. J. Hydrogen Energy. – 2014. – V. 39. – P. 20969-20983.

УДК 544.473

**ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА
MnNaWLa/SiO₂ КАТАЛИЗАТОРА
ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ КОНДЕНСАЦИИ МЕТАНА**

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

²Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

³Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г.

Кемерово

*Исмагилов И.З.¹, Матус Е.В.¹, Сухова О.Б.¹, Сопова В.С.², Просвирин И.П.¹,
Керженцев М.А.¹, Исмагилов З.Р.^{1,3}*

popkov-std@yandex.ru

В настоящее время проблема рациональной утилизации попутных нефтяных газов (ПНГ) и прекращение их сжигания в факелах является одной из острых экологических проблем России. Необходимость ограничения выбросов в атмосферу "парниковых газов", обязывает нефтедобывающие компании утилизировать не менее 95% ПНГ, что при современных масштабах сжигания (20-30 млрд.куб.м/год) требует разработки новых экономически выгодных процессов использования попутных нефтяных газов [1]. По своему составу попутный нефтяной газ (СН₄ – 32-58%, С₂Н₆ – 7-20%, С₃Н₈ – 12-18%, С₄Н₁₀ – 1.5-7.5%, С₅Н₁₂ – 5-6.5%) наиболее близок к природному газу (СН₄> 90%, С₂Н₆ – ~5%, С₃Н₈ – ~2%, С₄Н₁₀ – ~1%). ПНГ отличается более высоким содержанием С₂-С₈ углеводородов, однако его основным компонентом также является метан. Как природный, так и попутный нефтяной газ, можно рассматривать как альтернативный источник получения ценных продуктов нефтехимии и органического синтеза, что особенно актуально в условиях кризиса и ограниченности запасов нефти. Тем не менее, на сегодняшний день природный газ, главным образом, используется как топливо. Химическая промышленность потребляет лишь 1,5...5 % добываемого газа [2].

Выделяют два главных направления переработки метана: 1) прямая конверсия метана в продукты; 2) непрямая конверсия метана, чаще всего через предварительное получение синтез-газа. Из прямых методов конверсии метана наиболее интенсивно исследуются окисление метана в метанол и

формальдегид, окислительная димеризация (конденсация) метана.

Окислительная конденсация метана (ОКМ) является прямым способом конверсии метана в C_2 углеводороды - этан и этилен:



Установлено, что каталитическую активность в процессе ОКМ проявляет широкий круг оксидных систем, а материал $MnNaW/SiO_2$ является одним из наиболее эффективных катализаторов ОКМ [2].

В настоящее время существуют различные методы его синтеза: пропитка по влагеомкости, метод смешения с суспензией, золь-гель метод, твердофазный синтез. Фазовый состав катализатора, поверхностная концентрация и окислительно-восстановительные свойства ионов металлов являются одними из ключевых факторов, определяющих активность материала в реакции ОКМ.

С целью разработки подходов к целенаправленному регулированию этих параметров, в настоящей работе изучено влияние метода синтеза модифицированного лантаном $MnNaW/SiO_2$ катализатора на его физико-химические свойства и активность в реакции ОКМ.

$MnNaWLa/SiO_2$ (П) катализатор получали методом последовательной пропитки по влагеомкости диоксида кремния SiO_2 (SilicagelDavisil 646, 250-500 мкм, Sigma-Aldrich) растворами соответствующих предшественников металлов ($Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$, $Na_2C_2O_4$, $Mn(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$, $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$). Для синтеза $MnNaWLa/SiO_2$ (С) катализатора методом смешения с суспензией к золю диоксида кремния (LUDOXLS, 30 масс.% SiO_2), при интенсивном перемешивании, последовательно добавляли по каплям растворы соответствующих предшественников металлов. Схема синтеза катализаторов представлена на рис. 1. Полученные образцы катализаторов охарактеризованы комплексом физико-химических методов (рентгено-флуоресцентный анализ, N_2 адсорбция, РФА, ПЭМВР, РФЭС, ТПВ- H_2). Исследование активности катализаторов в реакции ОКМ проводили в проточной системе при атмосферном давлении, температуре 650...950°C и скорости газового потока 180 мл/мин. Молярное соотношение реагентов $CH_4:O_2:He$ в исходной реакционной смеси составляло 4:1:2.

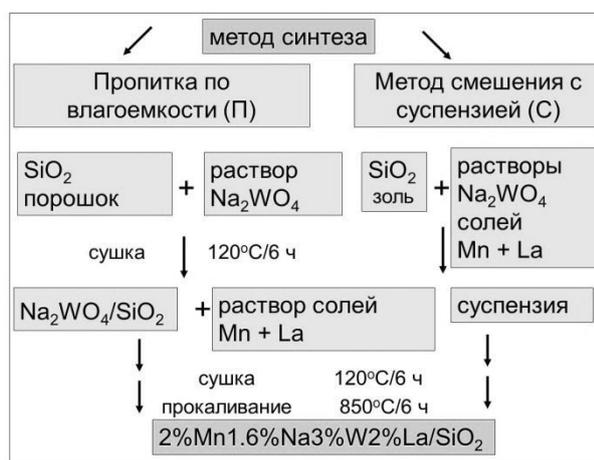


Рис.1. Схема синтеза MnNaWLa/SiO₂ катализаторов

Фазовый состав полученных катализаторов и текстурные характеристики полученных MnNaWLa/SiO₂ катализаторов представлены в таблице 1. Видно, что катализаторы характеризуются низкими значениями $S_{БЭТ}$ и $V_{пор}$. По данным РФА установлено, что α -кristобалит, тридимит, Na₂WO₄ – основные фазы, присутствующие в обоих образцах. Кроме того, следы фазы Mn₂O₃ наблюдаются в случае MnNaWLa/SiO₂ (II) образца.

Табл. 1 . Фазовый состав и текстурные характеристики MnNaWLa/SiO₂

Образец	Фазовый состав	Текстурные характеристики		
		$S_{БЭТ}$, (м ² /г)	$V_{пор}$, (см ³ /г)	$D_{пор}$, (нм)
MnNaWLa/SiO ₂ (II)	SiO ₂ *, Na ₂ WO ₄ , Mn ₂ O ₃	1.0	0.003	10.5
MnNaWLa/SiO ₂ (C)	SiO ₂ *, Na ₂ WO ₄	0.6	0.002	7.8

* α -кristобалит + тридимит (следы)

Согласно результатам исследования методом ПЭМБР, для MnNaWLa/SiO₂ (II) образца на поверхности частиц диоксида кремния SiO₂ (5-10 мкм) находятся два вида частиц: высокодисперсные (1-2 нм) и грубодисперсные (50-500 нм). Состав высокодисперсных частиц варьируется в широких пределах. В их составе можно обнаружить все нанесенные металлы (Mn, Na, W, La). Грубодисперсные частицы хорошо окристаллизованы и представляют собой индивидуальные (MnO_x, WO_x) и смешанные (La-Mn-O, La-W-O) оксиды нанесенных металлов. В случае MnNaWLa/SiO₂ (C) образца наблюдаются частицы диоксида кремния SiO₂ в виде крупных агрегатов размером 0,2...5 мкм. W-содержащие частицы представляют собой Na₂WO₄ (~100 нм) и смешанные оксиды (5...100 нм), Mn-содержащая фаза находится в виде LaMnO₃ перовскита и других смешанных оксидов переменного состава (5...100 нм). Следует отметить, что в состав данных частиц входит и кремний, что свидетельствует о глубоком взаимодействии «металл-носитель» в MnNaWLa/SiO₂ (C) образце. Из данных ТПВ-Н₂

следует, что MnNaWLa/SiO₂ (C) образец, по сравнению с MnNaWLa/SiO₂ (П), отличается более высокими значениями температуры восстановления ионов металлов, что, вероятно, обусловлено присутствием трудновосстанавливаемых Mn-W-La-Si-O соединений.

По данным РФЭС, метод приготовления MnNaWLa/SiO₂ катализатора не оказывает влияния на электронное состояние металлов, но определяет характер распределения элементов в матрице носителя. В образце, полученном методом пропитки, атомное соотношение металлов M/Si (M = Mn, Na, W, La) в поверхностном слое выше, чем в объеме (табл. 2).

Табл.2. Атомное соотношение элементов для MnNaWLa/SiO₂

Образец	Mn/Si	Na/Si	W/Si	La/Si
	Атомное соотношение элементов в поверхностном слое* (объеме)**			
MnNaWLa/SiO ₂ (П)	0.05 (0.03)	0.20 (0.03)	0.03 (0.01)	0.03 (0.01)
MnNaWLa/SiO ₂ (C)	0.03 (0.03)	0.17 (0.05)	0.014 (0.012)	0.01 (0.01)

* - по данным РФЭС; ** - по данным рентгено-флуоресцентного анализа.

Напротив, в образце, полученном методом смешения с суспензией, значения M/Si для поверхности и объема близки, что свидетельствует о более равномерном распределении элементов в матрице носителя.

На рис. 2 представлены данные по влиянию метода приготовления MnNaWLa/SiO₂ катализатора на его активность в реакции ОКМ. Установлено, что MnNaWLa/SiO₂ (П) катализатор обеспечивает более высокие показатели процесса, чем MnNaWLa/SiO₂ (C). Конверсия метана и выход C₂ углеводородов увеличиваются от 15 до 32% и от 8.8 до 14.7, соответственно, когда для синтеза катализатора используется метод пропитки по влагоемкости вместо метода смешения с суспензией.

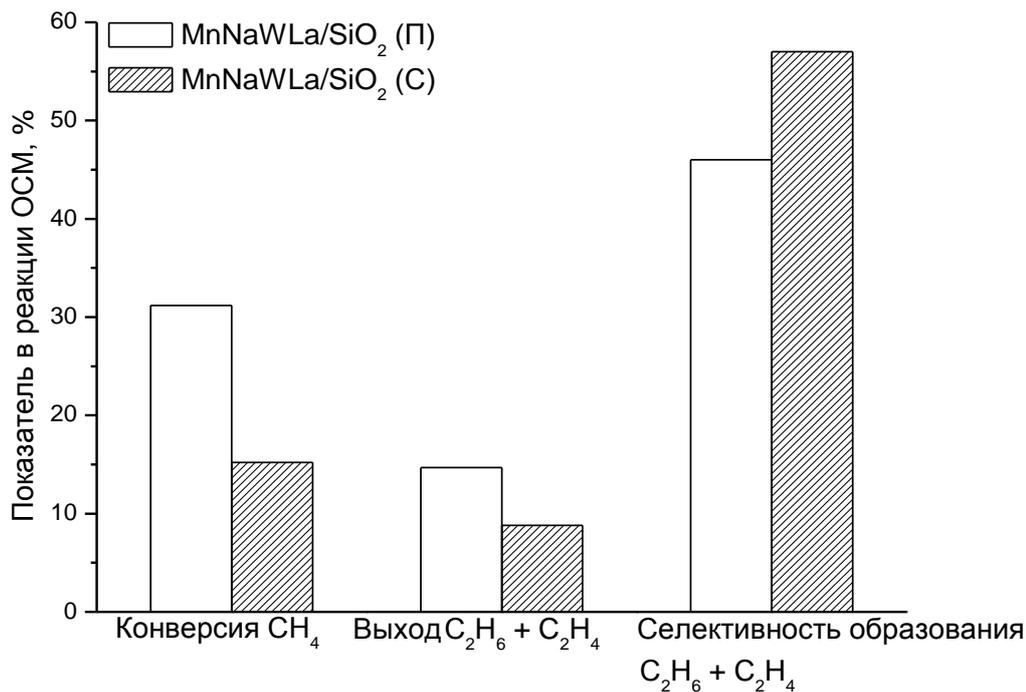


Рис. 2. Влияние метода приготовления MnNaWLa/SiO₂ катализатора на его активность в реакции ОКМ

Таким образом, в результате работы показана возможность целенаправленного регулирования фазового и поверхностного состава MnNaWLa/SiO₂ катализатора путем варьирования метода его приготовления. Установлено, что оптимальным методом синтеза MnNaWLa/SiO₂ катализатора является метод пропитки по влагоемкости.

Авторы выражают благодарность к.х.н. Ушакову В.А., к.х.н. Яшник С.А., к.х.н. Герасимову Е.Ю., Краевской И.Л. и Ефименко Т.Я. за помощь в исследовании образцов физико-химическими методами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой рамочной программы Европейского союза (FP7/2007-2013, грант № 262840).

Библиографический список:

1. Исмагилов З.Р., Матус Е.В., Керженцев М.А., Цикоза Л.Т., Исмагилов И.З., Досумов К.Д., Мустафин А.Г. Конверсия метана в ценные химические продукты в присутствии наноструктурированных Mo/ZSM-5 катализаторов // Нефтехимия. – 2011. – Т. 51. – № 3. – С. 186–198.
2. Арутюнов В.С. Окислительная конверсия природного газа. М.: Красанд. – 2011. – 640 с.

УДК 338.45

ПРОГНОЗ АВИАПЕРЕВОЗОК АВИАКОМПАНИИ "ТРАНСАЭРО"

Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский
Университет), г. Москва

Кадыкова А.А.

eler1963@mail.ru

Российский рынок авиаперевозок характеризуется высокой концентрацией. Пять крупнейших компаний контролируют около 61% рынка пассажирских авиаперевозок. Авиакомпания «Трансаэро» постоянно расширяет географию полетов. Так, из Санкт-Петербурга в летнем расписании 2010 года появились новые регулярные направления. Это прямые беспосадочные рейсы во Владивосток, Петропавловск-Камчатский, Хабаровск, Южно-Сахалинск. Из Москвы начаты полеты в такие города как Костанай, Якутск, Пекин, Гонконг.

Выявим каким образом коэффициент занятости кресел (y) зависит от количества перевезенных пассажиров (x_1), расходов по эксплуатационной деятельности (x_2) и от доходов по основной деятельности (x_3). Тщательные наблюдения взяты за десять лет и представлены в отчете авиакомпании. Для более точного расчета будем использовать приложение MicrosoftOfficeExcel.

Табл. 1. Показатели для расчёта

Год	Y к Занятости кресел %	X1 количество перевезенных пассажиров млн.чел	X2 Расходы по эксплуатационной деятельности млн. руб.	X3 Доходы по основной деятельности млн.руб.
2003	0,6978	0,85953	3,828505045	4,428282
2004	0,6921	1,342674	6,642424161	7,51068
2005	0,7282	1,572818	8,612591691	9,888043
2006	0,7673	2,138255	12,03735849	13,629373
2007	0,7952	3,243804	18,39943568	20,506963
2008	0,826	4,852887	32,7451402	37,404745
2009	0,815	5,025965	31,97212436	38,653796
2010	0,8367	6,646538	54,1592401	60,865495
2011	0,829	8,453371	78,41406242	86,494353
2012	0,825	10,32756	82,8984	97,61006

Табл. 2. Статистические показатели для y и переменных x_1, x_2, x_3

Показатели	Y	X1	X2	X3
Среднее	0,78	4,44	32,97	37,69
Стандартное отклонение S_n	0,05	3,22	29,42	33,62

Табл. 3. Регрессионная статистика

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,9685
R-квадрат	0,9381
Нормированный R-квадрат	0,9071
Стандартная ошибка	0,0171
Наблюдения	10

Коэффициент детерминации (R_2) равен 0,9381, что говорит о влиянии вышеперечисленных 3-х факторов на коэффициент занятости пассажирских кресел на 93,81%, остальные 6,19% - влияние случайных факторов.

Для оценки значимости уравнения регрессии воспользуемся соотношением $R_{расч}^2 = 0,9685 > R_{крит}^2 = 0,704$, то с 95% можно утверждать, что уравнение характеризуется высокой степенью значимости. Результаты статистического расчета показывают, что стандартная ошибка для функции составляет 0,0171. Этот результат следует рассматривать следующим образом: фактическая величина коэффициента занятости кресел отличается от прогнозируемых не более чем на 0,0171% на основании использования воздействующих факторов. Мы располагаем обычным стандартным отклонением S_n равным 0,05, которое было рассчитано для одной переменной. Легко увидеть, что $S_{\bar{y}} < S_n$, следовательно ошибки прогнозирования оказываются меньшими, если использовать уравнение регрессии, будет учитываться вклад факторов x_1, x_2, x_3 , а не ограничиваться только значением \bar{y} . Если бы нам ничего не было известно про переменные x_1, x_2, x_3 то в качестве оптимальной приблизительной величины среднего коэффициента занятости кресел пришлось бы использовать показатель $\bar{y} = 0,78$ и полагать, что наши прогнозы дают ошибку $S_n = 0,05$, однако если нам известны такие характеристики, как влияние количества перевезённых пассажиров, доходов по основной деятельности и расходов по эксплуатационной деятельности, то для прогноза будем пользоваться уравнением регрессии.

Такое сокращение погрешности прогнозирования с 0,05 до 0,0171 является одним из преимуществ использования регрессионного анализа.

Табл. 4. Показатели для расчёта

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t	ρ	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y	0,643	0,017	36,051	3,03748E-08	0,5995	0,6868	0,5995	0,6868
X 1	0,103	0,018	5,639	0,001	0,0584	0,1479	0,0584	0,1479
X 2	0,017	0,004	3,561	0,0119	0,0055	0,0297	0,0055	0,0297
X 3	-0,023	0,005	-4,324	0,0049	-0,0374	-0,0103	-0,0374	-0,0103

Уравнение регрессии имеет вид: $\hat{y} = 0,643 + 0,103x_1 + 0,017x_2 - 0,023x_3$

При увеличении количества перевезённых пассажиров (x_1) на 1 млн. чел. коэффициент занятости пассажирских кресел увеличится на 0,103 % при постоянстве расходов по эксплуатационной деятельности и доходов по основной деятельности. При увеличении расходов по эксплуатационной деятельности (x_2) на 1 млн. руб. коэффициент занятости пассажирских кресел увеличится на 0,017 % при постоянстве количества перевезённых пассажиров и доходов по основной деятельности. При увеличении доходов по основной деятельности (x_3) на 1 млн. коэффициент занятости пассажирских кресел уменьшится на 0,023 % при постоянстве количества перевезённых пассажиров и расходов по эксплуатационной деятельности.

Статистически значимыми (существенными) в полученной модели являются все коэффициенты уравнения так как $t_{кр} = 2,4469$

$$b_1 = 0,103 \text{ при переменной } x_1 \text{ (т. к. } |t_{b_1}| = 5,639 > 2,4469);$$

$$b_2 = 0,017 \text{ при переменной } x_2 \text{ (т. к. } |t_{b_2}| = 3,561 > 2,4469);$$

$$b_3 = -0,023 \text{ при переменной } x_3 \text{ (т. к. } |t_{b_3}| = 4,324 > 2,4469);$$

Коэффициент уравнения регрессии признаётся значимым, если рассчитанное для него ρ значение меньше или равно 0,05.

$$\rho_{b_0} = 3,03748065244049E - 08 < \rho = 0,05;$$

$$\rho_{b_1} = 0,0013 < \rho = 0,05;$$

$$\rho_{b_2} = 0,0119 < \rho = 0,05;$$

$$\rho_{b_3} = 0,0049 < \rho = 0,05;$$

Все рассмотренные коэффициенты статистически значимы и мы можем сделать вывод о неслучайном характере влияния всех изученных факторов.

Если в границы доверительного интервала попадает ноль, т.е. нижняя граница отрицательна, а верхняя положительна, то оцениваемый параметр принимается нулевым, так как он не может одновременно принимать и положительное, и отрицательное значения. В нашей модели абсолютно все доверительные интервалы имеют одинаковый между собой знак, что говорит о том, что все коэффициенты значимы в модели.

Табл.5. Показатели дисперсионного анализа

Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>
Регрессия	3	0,026759975	0,008919992	30,31251817	0,00050652
Остаток	6	0,001765606	0,000294268		
Итого	9	0,028525581			

Уравнение статистически значимо, если $F_{\text{факт}} = 30,3125 > F_{\text{табл}} = 4,75$, т.е. можно говорить о высокой степени адекватности анализируемого уравнения. При F значимость равная 0,000506 говорит о том, что действительно обнаруживается устойчивая зависимость функции y от воздействующих факторов x_1, x_2, x_3 .

Табл. 6. Показатели деятельности авиакомпании

Статистические характеристики	Занятость кресел	Количество перевезенных пассажиров чел	Расходы по эксплуатационной деятельности млн.руб.	Доходы по основной деятельности млн.руб.
Стандартные Отклонения	0,05	3,22	29,42	33,62
Коэффициенты регрессии	-	0,103	0,017	-0,023
Стандартизованные коэффициенты регрессии	-	6,633	10,00	-15,46

Так $\beta_2 = 10 > \beta_1 = 6,633 > \beta_3 = -15,46$, то можно заключить, что наибольшее влияние на коэффициент занятости кресел оказывает β_2 (расходы по эксплуатационной деятельности) фактор.

Табл. 7. Показатели остатка

ВЫВОД ОСТАТКА			
Наблюдение	Предсказанное \hat{Y}	Остатки	\bar{A}
1	0,693419879	0,004380121	0,631669417
2	0,719132722	-0,027032722	3,759072762
3	0,720729376	0,007470624	1,036536664
4	0,749937013	0,017362987	2,315259399
5	0,811623764	-0,016423764	2,02356865
6	0,826249818	-0,000249818	0,030235218
7	0,800576844	0,014423156	1,801595435
8	0,827509623	0,009190377	1,110606694
9	0,828341303	0,000658697	0,07951996
10	0,834779658	-0,009779658	1,171525643
		Итого	13,95958984
		\bar{A}	1,395958984

Оценку качества построенной модели дает ошибка аппроксимации. Средняя ошибка аппроксимации \bar{A} равна 1,395%, что означает, что в среднем расчетные значения отклоняются от фактических на 1,05%. Ошибка аппроксимации не превышает допустимый предел, значит построенная модель качественная.

Остатки, то есть разность между прогнозируемым y и фактическим ничтожны, что даёт нам понять, что прогноз сделан качественно и модель множественной регрессии для выбранных факторов имеет место быть.

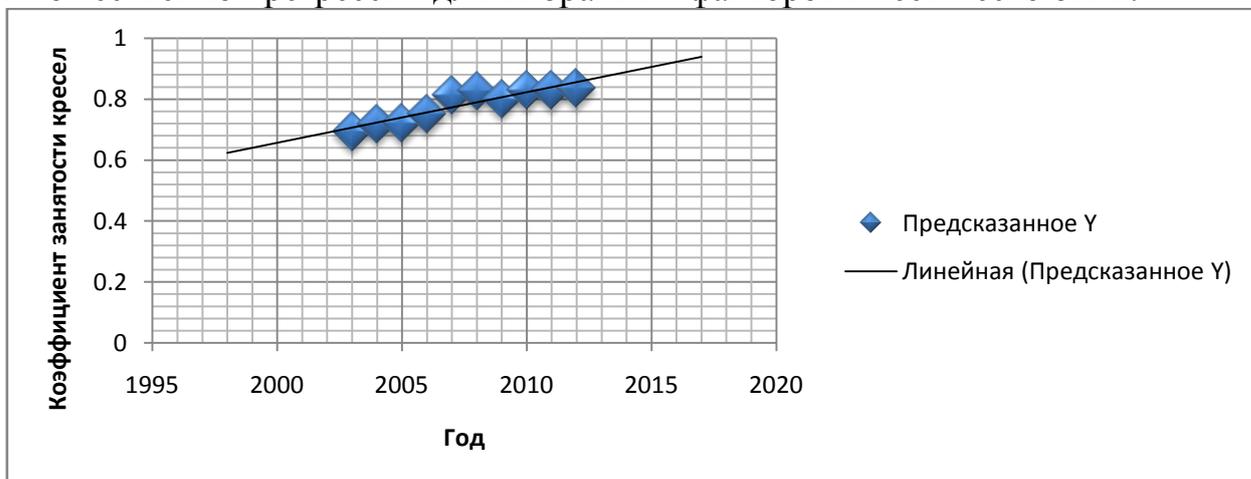


Рис.1 Линейная линия тренда

В целом регрессионный анализ даёт основание считать, что модель является адекватной и качественной. Зависимость факторов x_1, x_2, x_3 от результативного признака очень сильна, что дает основание на значимость модели. Вместе с этим остаются поводы для размышлений: следует помнить, что 6,19% приходятся на неучтенные причины и не приняты во внимание, поскольку мы решили ограничиться рассмотрением более понятных и очевидных воздействий на наш результат. По графику прогнозов можно сделать вывод, что 8 точек из 10 легли на линию тренда. Можно

предположить, что к концу 2015 началу 2016 года коэффициент занятости кресел будет равен 0,90, что говорит о высокой рентабельности рейсов и как следствие увеличение пассажиропотока.

Литература:

1.Б.Н.Кузык Оборонно-промышленный комплекс России: прорыв в 21 век. М.; Российский биографический институт,1999.

2.Наука и высокие технологии на рубеже третьего тысячелетия (социально-экономические аспекты развития) Руководители авт. колл. В.Л.Макаров, А.Е.Варшавский. - М.; Наука, 2001.

3.Российская цивилизация: через тернии к звёздам. Сборник М.; Вече 2003

УДК 621.9.047

ВЛИЯНИЕ КАТОДНОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА НА КАЧЕСТВО И ТОЛЩИНУ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗЫ ГИДРОЦИЛИНДРА

Новосибирский государственный технический университет,г. Новосибирск

Кадырбаев Р. М.

be.true@mail.ru

Гальванические покрытия, в том числе и никелевые, широко применяются при восстановлении работоспособности изношенных деталей [1]. Формирование качества покрытия связано с такими факторами, как предварительная подготовка образца, режимы осаждения материала и финишная обработка полученного покрытия [2-4]. Одним из факторов, влияющих на формирование толщины покрытия и его качество, является катодная плотность тока. Согласно формуле [5] толщина покрытия напрямую зависит от плотности тока:

$$h = \frac{T_{\text{осж}} \cdot \alpha \cdot \eta \cdot D_k}{1000 \cdot \gamma}, \quad (1)$$

где $T_{\text{осж}}$ – время осаждения материала, ч;

α – электрохимический эквивалент, г/(А·ч) (для никеля $\alpha = 1,095\text{г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$);

η -выход металла по току, % (для никеля $\eta = 90 \dots 94\%$);

D_k – катодная плотность тока, А/дм²;

γ -плотность металла покрытия, г/см³ (для никеля $\gamma = 8,8 \text{ г/см}^3$).

В качестве модельного материала для проведения экспериментальных исследований была выбрана сталь 45 ГОСТ 1050-88. Исследования проводились на образцах размерами 25x25x5 мм с изолированием клеем БФ-

6 ГОСТ 12172 поверхностей, не подлежащих восстановлению [6].

На основе анализа литературных данных был выбран состав электролита для никелирования. Основными компонентами электролита являются NiSO_4 , NaCl , MgSO_4 , H_3BO_4 в следующих концентрациях NiSO_4 - 300 г/л, NaCl -10г/л, MgSO_4 -60 г/л, H_3BO_4 -30г/л [7]. Кислотность электролита составляла $\text{pH}=5$. В качестве нерастворимого анода использовалась свинцовая пластина размерами 30x50x7 мм.

В ходе предварительных экспериментальных исследований установлено, что температура электролита равная 40°C является оптимальной, для обеспечения качества покрытия. Катодная плотность тока варьировалась от 3 до 11 $\text{A}/\text{дм}^2$. Время осаждения гальванического покрытия составляло 60 минут.

Экспериментальные и расчётные значения толщины покрытия представлены на рисунке 1.

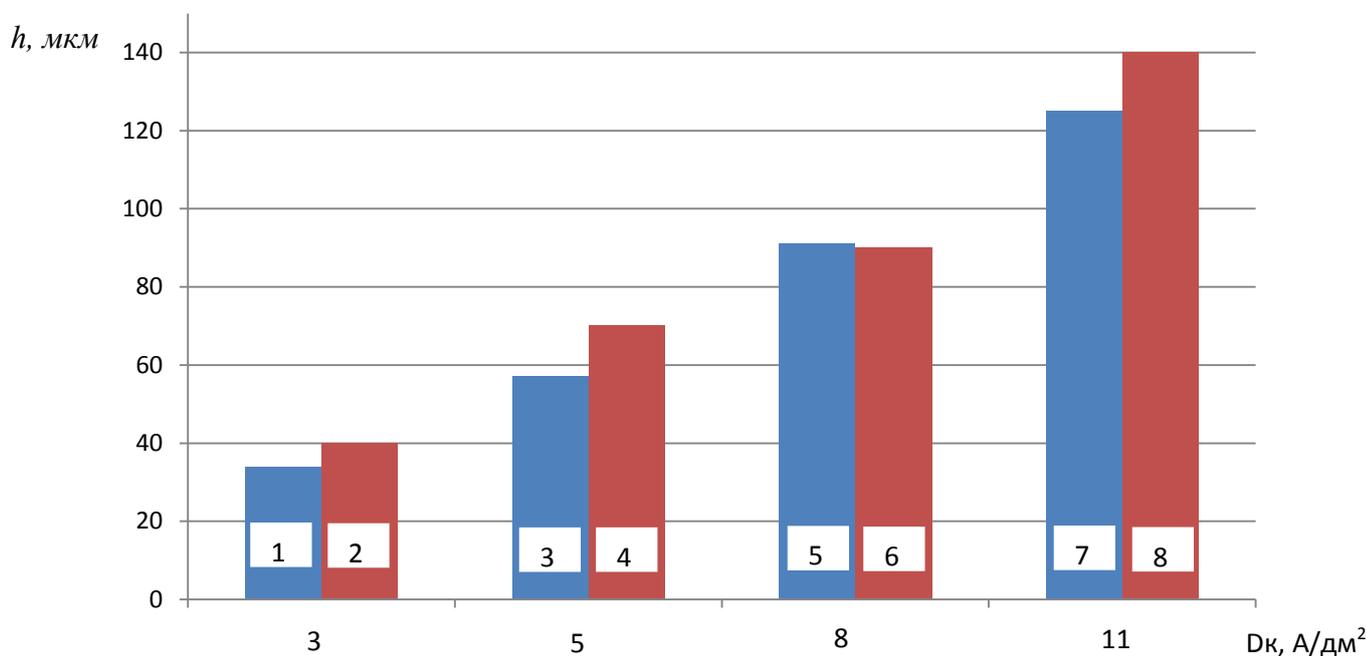


Рис.1. Диаграмма зависимости толщины никелевого покрытия от катодной плотности тока

1, 3, 5, 7 – расчётные значения толщины покрытия; 2, 4, 6, 8 – экспериментальные значения толщины.

Из диаграммы следует, что с повышением плотности тока увеличивается толщина покрытия, что соответствует расчётным данным. Однако при достижении плотности тока $D_k = 11 \text{ A}/\text{дм}^2$ в составе электролита наблюдается образование порошкообразных и губчатых осадков (рис.2).

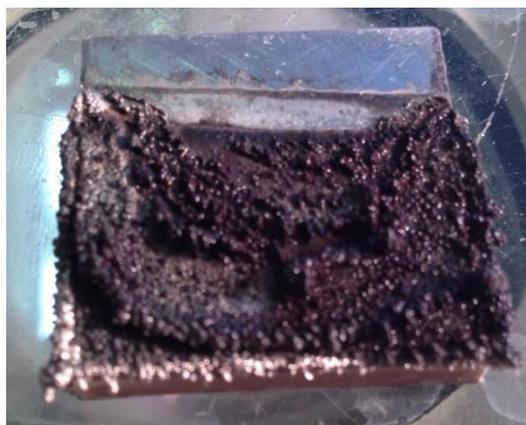


Рис.2. Покрытие, полученное при плотности тока $D_k = 11 \text{ А/дм}^2$

Это связано с тем, что при повышении плотности тока раствор у катода «беднеет» частицами осаждаемого металла, которые не успевают прибывать из других мест раствора к катоду, концентрация их у катода настолько понижается, что усиливается выделение на катоде водорода [8,9].

Следует отметить, что при катодной плотности тока $D_k = 8 \text{ А/дм}^2$ наблюдается равномерное распределение осаждаемого покрытия на поверхности образца (рис.3).



Рис.3. Покрытие, полученное при плотности тока $D_k = 8 \text{ А/дм}^2$

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что катодная плотность тока $D_k = 8 \text{ А/дм}^2$ является оптимальной с точки зрения достижения заданной толщины покрытия при обеспечении качества покрытия.

Библиографический список:

1. Улашкин А.П. Восстановление деталей и узлов автомобилей. - Хабаровск: Изд. ХГТУ, 2002. - 204 с.
2. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю.С. Подготовка поверхности подложки ультразвуковым пластическим деформированием перед нанесением покрытий // Современные проблемы в технологии машиностроения :

Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения профессора Муханова Ивана Ивановича. - 2009. – С. 276 – 278.

3. Рахимьянов Х. М., Ямпольский В.В., Моисеенко А.Н. Размерная обработка деталей с покрытиями из наноструктурированных порошковых материалов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). -2010. - №4. - С. 22-26

4. Рахимьянов Х. М., Ямпольский В.В., Моисеенко А.Н. Электроалмазная обработка напыленных износостойких покрытий // Инженерия поверхностного слоя деталей машин : сборник трудов Международной научно-практической конференции 9-11 декабря 2009 г. - 2009. - С. 365-369

5. Ямпольский А.М. Краткий справочник гальванотехника. – 3е изд., перераб. И доп.// Л.:Машиностроение, 1981. - 269с

6. Беленький М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий: Справочник // М.: Металлургия, 1985.-292с

7. Карагодин В.И. , Митрохин Н.Н.Ремонт автомобилей и двигателей//М. - Академия, 2003.- 496с.

8. Зальцман Л.Г., Черная С.М. Спутник гальваника//Техника, 1989.- 188с.

9. Грилихес С. Я., Тихонов К. И. Электролитические и химические покрытие. Теория и практика //Л. - Химия, 1990. – 288 с

УДК 67.02

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ РЕСИВЕРА САМОЛЁТА SUKHOISSJ-100

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Кайгородов М.С., Рынгач Н.А.

Ресивер устанавливается в отсеке вспомогательной силовой установки самолета SukhoiSSJ-100. Он представляет собой титановый короб, состоящий из 7-и сборных панелей, выполненных клепкой из титанового листа OT4-1. Панели соединяются в короб клепаным швом соединительными угольниками 1-4 (рисунок 1).

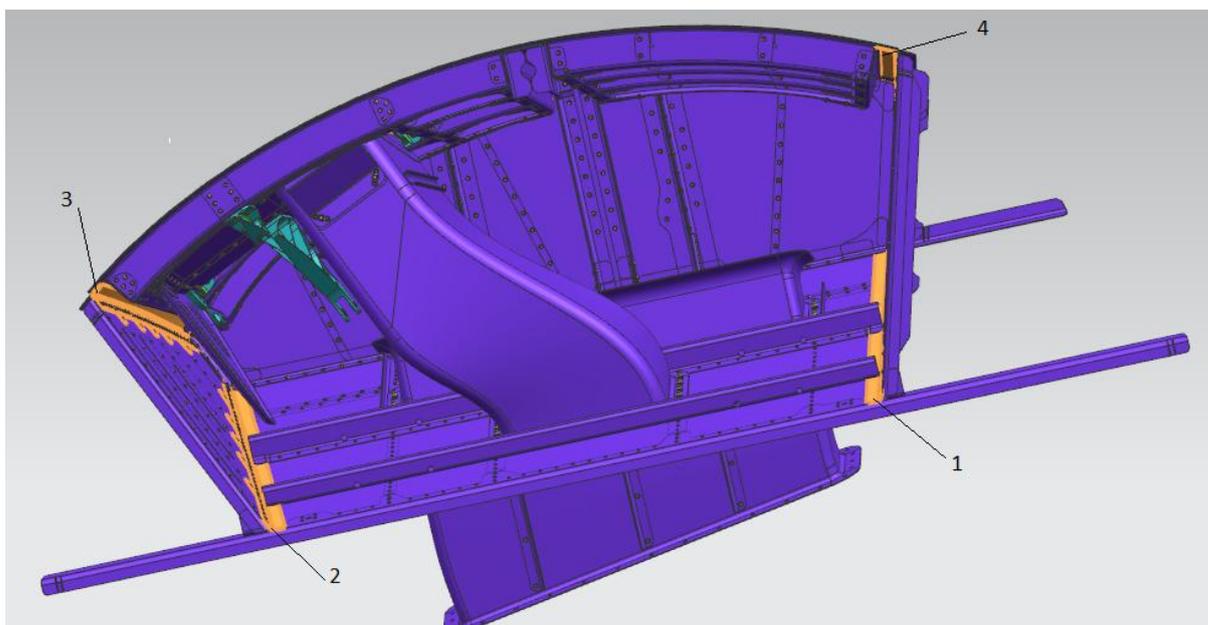


Рис.1. Эскиз ресивера

Было предложено заменить клепку на сварку для соединения панелей между собой. Сварка дает следующие преимущества по сравнению с клепкой:

- сварные соединения имеют более высокую прочность, чем клепаные, так как листы и профили не ослаблены заклепочными отверстиями;
- обеспечена лучшая передача нагрузки в месте соединения деталей;
- снижаются затраты на герметизацию;
- снижается масса конструкции.

Будет использоваться автоматическая дуговая сварка неплавящимся электродом в среде аргона на постоянном токе. Такие режимы были выбраны по следующим причинам:

- повышается срок службы электрода;
- простота зажигания дуги;
- стабильное горение дуги.

Узлы будут свариваться шовной сваркой, так как это позволит устранить соединительные угольники, клепаные швы и стыки в ресивере.

Таким образом, замена клепки на сварку при сборке ресивера из панелей позволит уменьшить трудоемкость сборки, улучшить качество соединения узлов, повысить прочностные характеристики конструкции и снизить ее массу.

Библиографический список:

1. Пульцин Н.М. Титановые сплавы и их применение в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1982.-214с.
2. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки. – М.: Машиностроение, 1986. – 352с.

УДК 623.74

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ТИПА:
«ОКАНТОВКА ЛЮКА»**

Филиал Компания «Сухой» -
Новосибирский авиационный завод В.П. Чкалова,
г. Новосибирск
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Кайковский В. Ч.
kaykovskiyv@yandex.ru

Неотъемлемым элементом обрабатывающей системы станок-приспособление-инструмент-деталь (СПИД) являются станочные приспособления. Главное назначение приспособлений - надежное закрепление обрабатываемой заготовки и обеспечение заданной точности конструктивных элементов обрабатываемой детали.

Для изготовления детали типа «окантовка люка» с размерами 845x720x5 мм, из материала Д16чАМ (*Рисунок №1*) на Новосибирском авиационном заводе применялось специальное приспособление, состоящее из одного блока с габаритными размерами 1050x925x160 мм, из материала Несурон. Заготовка на приспособлении базировалась по двум пальцам, а для прижима использовалась вакуумная система. Данное приспособление имело недостатки - в процессе эксплуатации контактная поверхность приспособления выкрашивалась, из-за недостаточной контактной прочности пластика, что приводило к потере точности обрабатываемой детали.

Данная проблема была решена заменой материала на другой и заменой цельного приспособления на составную конструкцию, состоящую из ложементов из 3 частей и рамной конструкции, на которую крепится ложемент. Материал ложементов - Д16Т, а материал рамной конструкции - Сталь45 (*Рисунок №2*). Составной ложемент крепится к раме станочными болтами и двумя шпонками. Ложементы, вакуумный рисунок и канавки под уплотнительный жгут были изготовлены по программе на станке с ЧПУ. Контактная поверхность ложементов была подвержена закалке для устранения проблемы выкрашивания. Предполагается, что использование спроектированного приспособления будет экономичнее, чем из пластика, у которого ресурс меньше из-за выкрашивания.

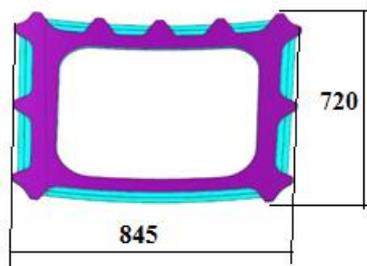


Рис.1. Окантовка люка.

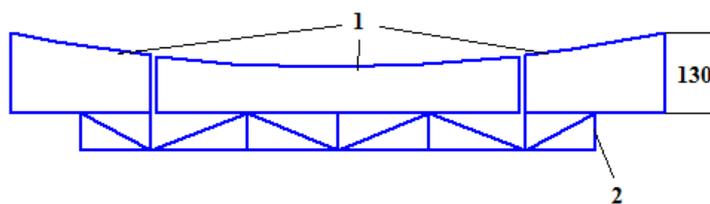


Рис. 2. Схема приспособления:

1 – ложемент; 2 – рамная конструкция.

Библиографический список:

1. «Современная технологическая оснастка»: учеб. пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. – 2-е изд. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 268 с (серия «Учебники НГТУ»).

УДК 542.97

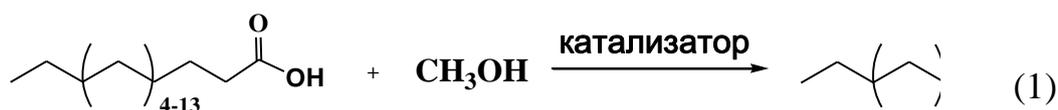
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЭТЕРИФИКАЦИИ СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТЫ МЕТАНОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛИЕВОГО КАТИОНА

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

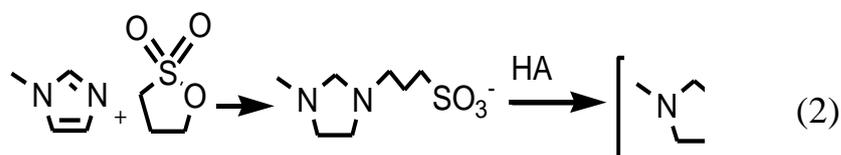
Каримова Л. К.¹, Приходько С.А.², Тимофеева М. Н.^{1, 2}
 klk_angel95@mail.ru

В настоящее время в связи с тем, что запасы нефти, газа и угля ограничены и являются практически не возобновляемыми, разработка методов синтеза биотоплива представляет значительный интерес. Биотопливо чаще всего получают из растительных масел и животных жиров по реакции транс-этерификации триглицеридов и этерификации жирных кислот в присутствии катализаторов. Отметим, что жирные кислоты содержатся в значительном количестве в отходах масел. Это позволяет активно их использовать для реакции этерификации жирных кислот и, стеариновой кислоты, в частности, метанолом (реакция 1). Минеральные кислоты являются эффективными катализаторами для данного процесса, но они могут вызывать коррозию оборудования и, в некоторой степени, экологически небезопасны.



В последние годы активно проводятся работы по применению в качестве катализаторов кислых ионных жидкостей, что обусловлено их уникальными физико-химическими свойствами. Ионные жидкости рассматривают как материалы, не наносящие особого вреда окружающей среде и здоровью человека, и поэтому в полной мере, удовлетворяющие принципам нового, бурно развивающегося в настоящее время направления «зеленой химии». Хотя на настоящий момент появилось значительное количество публикаций, посвященных этой теме, однако до сих пор не было проведено систематических исследований по установлению связей между их химическим составом, кислотными и каталитическими свойствами в реакции (1), а также не проведено сравнение каталитических свойств между собой этих материалов и традиционно используемых минеральных кислот.

В данной работе представлены результаты исследования каталитических свойств кислых ионных жидкостей на основе имидазолиевого катиона (ИЖ) в реакции этерификации стеариновой и декановой кислот (СК и ДК) метанолом (реакция 1) для установления основных факторов, позволяющих регулировать активность процесса в их присутствии. ИЖ были получены по реакции (2).



Исследование реакции этерификации СК с метанолом в присутствии

кислой ИЖ $\left[\text{Im}^+\text{SO}_3\text{H} \right] \text{HSO}_4^-$ проведено при 40...75 °С. Конверсию СК определяли методом титрования с NaOH. Продукты реакции анализировали методом ГЖХ. Типичная кинетическая кривая приведена на рис. 1.

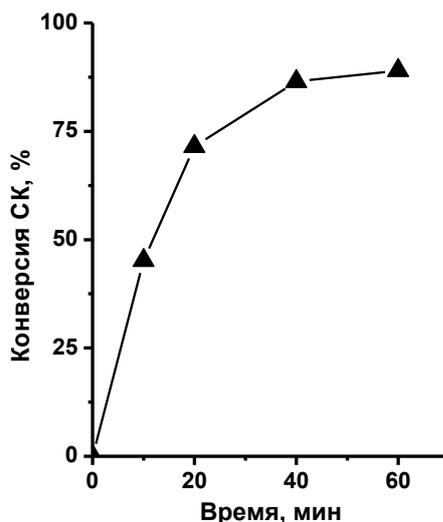
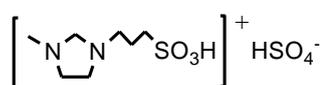
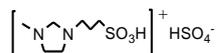


Рис.1. Кинетика реакции этерификации СК метанолом в присутствии



Согласно полученным данным с увеличением загрузки катализатора от 0.07 до 0.22 масс. % в расчете на всю реакционную массу конверсия стеариновой кислоты возрастает с 89% до 98.5% за 60 мин (табл. 1).

Таблица 1 – Реакция этерификации СК метанолом в присутствии



ИЖ (% масс.)	T (°C)	Время (мин)	Конверсия СК (%)
0.07	75	60	89.0
0.125	75	60	94.0
	60	60	88.5
	40	285	15.2
0.22	75	60	98.5

Изучено влияние температуры на скорость реакции. Показано, что повышение температуры с 40 до 75°С приводит к повышению конверсии СК (таблица 1).

Изучено влияние природы аниона на каталитические свойства кислых ИЖ $\left[\text{N} \text{---} \text{N} \text{---} \text{SO}_3\text{H} \right]^+ \text{HSO}_4^-$, $\left[\text{N} \text{---} \text{N} \text{---} \text{SO}_3\text{H} \right]^+ \text{H}_2\text{PW}_{12}\text{O}_{40}^-$ и $\left[\text{N} \text{---} \text{N} \text{---} \text{SO}_3\text{H} \right]^+ \text{H}_3\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}^-$ в реакции этерификации декановой кислоты. Показано, что реакция протекает в мягких условиях при 60 °С за 24 ч с 90...95 % выходом метилового эфира декановой кислоты. Установлено, что каталитическая активность уменьшается в ряду(рис. 2):

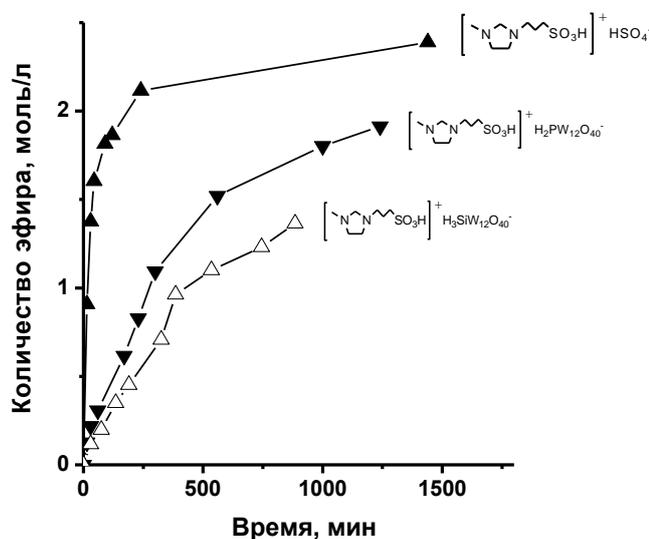
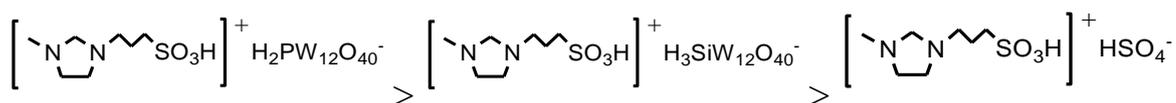
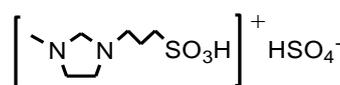


Рис.2. Этерификациядекановой кислоты (3.4 г) метанолом (1.6 мл) в присутствии кислых ионных жидкостей (1 г) при 60 °С.



На примере системы $\left[\text{N} \text{---} \text{N} \text{---} \text{SO}_3\text{H} \right]^+ \text{HSO}_4^-$ показана возможность отделения катализатора от продуктов реакции и его повторное использование. Активность систем не изменялась в течение 3 циклов.

УДК 623

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Кендзерский Я. В., Курлаев Н.В.

Apostol-money@yandex.ru

Необходимость использования в конструкции самолетов трубопроводов более высокого давления и большего расхода по сравнению с ранее применявшимися влечет за собой увеличение диаметров и толщин стенок трубопроводов (D_n до 32, $C_{тр.}$ до 2,2 мм). Это обуславливает значительное повышение жесткости трубопроводов и связанное с ним усложнение технологии изготовления и монтажа.

Герметичность соединения по наружному конусу по ГОСТ 13954-74 при давлении до 28 МПа достигается при максимальных моментах затяжки и только для трубопроводов $D_n \leq 12$ мм. Соединения $D_n > 12$ мм при указанном давлении негерметичны вследствие неравномерности прилегания развальцованного конца трубы и присоединительной арматуры из-за разностенности труб и большой поверхности контакта. Кроме того, они имеют значительные габариты и массу. Решение возникшей проблемы использования трубопроводов высокого давления $D_n > 12$ мм было предложено в использовании герметичного соединения по наружному конусу, с углом конуса 24° по ОСТ 10079-77. (рисунок №1).

Данное соединение за счет использования контакта типа тор-конус, введения покрытия ниппелей нитридом титана позволяет обеспечить лучшую герметичность, коррозионную стойкость, вибрационную прочность и снизить массу соединений трубопроводных коммуникаций на 30-40% в зависимости от типоразмера по сравнению с соединениями, выполненными по ГОСТ 13954-74 ÷ ГОСТ 13977-74.

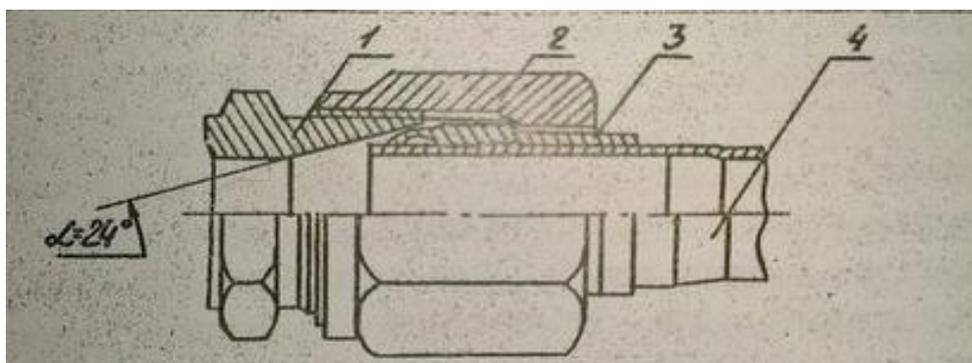


Рис.1. Схема соединения трубопроводов с арматурой по ОСТ 10079-77 с углом конуса 24° : 1-соединительная арматура; 2-гайка накидная; 3- ниппель; 4-законцовка трубопроводов деформирования.

Опыт эксплуатации трубопроводов и их соединений по наружному конусу ГОСТ 13954-74 (АН-1854), свидетельствует, что нарушение герметичности соединения и усталостное разрушение трубопроводов связано с допущенными дефектами в производстве, поэтому к новому технологическому процессу изготовления трубопроводов были предъявлены дополнительные требования.

Главной задачей работы было обеспечение конструктивно-технологической проработки процессов изготовления, монтажа и контроля трубопроводов для перехода на новый стандарт. При изготовлении были добавлены процессы нанесения покрытия из нитрида титана и дополнительного контроля геометрии деталей. При монтаже было введено использование тарировочного ключа для контроля момента затяжки гайки. Введены дополнительные операции контроля зазора между соединительной арматурой и ниппелем.

Библиографический список:

1. ОСТ 100879-77 Соединения трубопроводов с углом конуса 24 градуса. Технические требования //М.: НИАТ-1990. - 2с.
2. ГОСТ 13954-74 Соединение трубопроводов по наружному конусу // М.: Москва - 1988.
3. Аверина В.С. ГОСТ 16078-70 Соединение трубопроводов по внутреннему конусу //М.: Москва-1988.-89с.
4. ОСТ 102719-91 Соединения трубопроводов ограниченно-подвижные.// 10с.

УДК 623.438.3

**РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОЙ СБЛ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ
МАЛОГАБОРИТНЫХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Кирильчик А.А.

В данной работе рассматривается алгоритм работы и функциональная блок – схема импульсной системы ближней локации (СБЛ), которая служит для обнаружения высокоскоростных объектов с малой эффективной поверхностью рассеивания и по техническим характеристикам соответствует системам активной защиты танка класса «Арена».

Активная защита – это система защиты, принцип действия которой состоит в том, что с помощью средств, установленных на танке, снаряды противника (противотанковые гранаты, выстреливаемые из гранатометов, а также ПТУР, запускаемые с земли и с вертолетов), атакующие танк по горизонтальной и наклонной траекториям, не зависимо от применяемых в этих снарядах систем наведения и типов боевой части обнаруживаются и уничтожаются комплексом, как при подлете, так и при пролете над боевой машиной. [1]

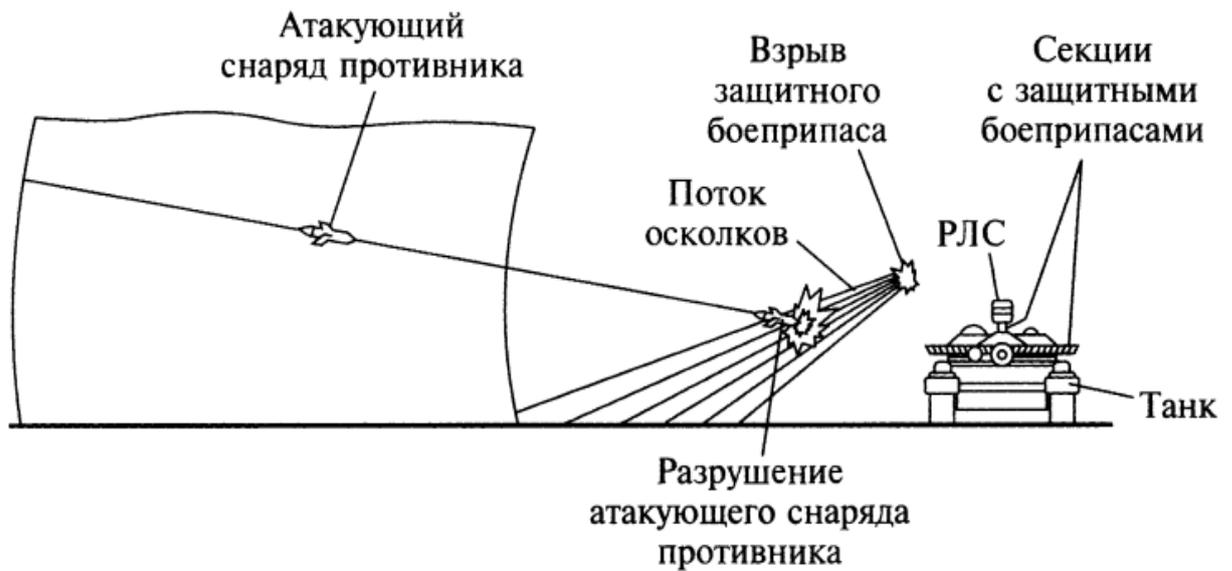


Рис.1- принцип действия КАЗ «Арена»

В настоящее время существует различные аналоги активной защиты, но все известные мировые системы активной защиты бронетехники после срабатывания по первой приближающейся угрозе могут противодействовать новому атакующему средству только с определенной задержкой, которая обычно составляет 0,2-0,4 секунды. Этого интервала достаточно для того, чтобы преодолеть активную защиту и поразить бронетехнику тандемным обстрелом, т. е. двумя снарядами, идущими друг за другом.

Для решения данного недостатка предлагается следующий алгоритм работы СБЛ:

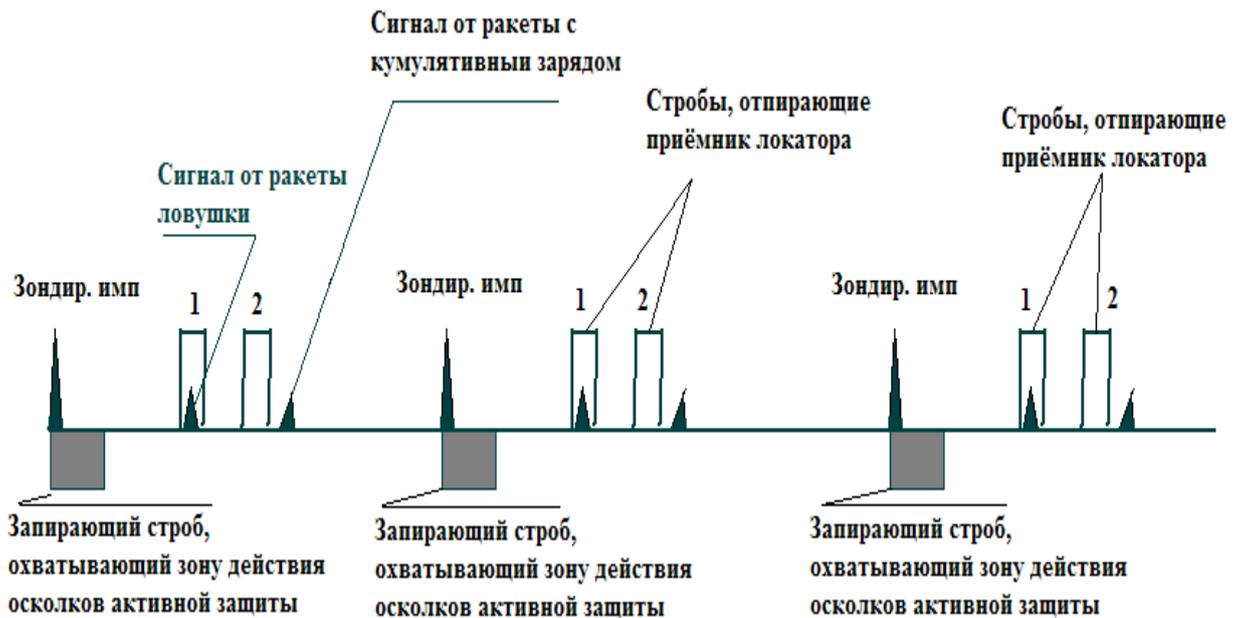


Рис 2 – алгоритм работы СБЛ

Первый строб настраивается на дальность 45 – 50 м, второй – на дальность 25 – 30 м. Отраженный импульс от атакующего снаряда появляется сначала во втором стробе, а через некоторое время в первом стробе. По интервалу времени, затраченному импульсом от атакующего снаряда на переход со второго строба в первый, можно определить скорость ракеты, дальность и рассчитать время, когда атакующий снаряд окажется в районе запирающего строба и, соответственно, произвести срабатывание защищающего боеприпаса. Данный алгоритм повышает быстродействие СБЛ, уменьшает время расчета скорости и дальности за счет стробирования линии визирования, а так же работая на длине волны 3 миллиметра (из-за малых габаритов объектов поиска), обеспечивает малые габариты антенны и точное определение положения цели в пространстве [4].

Для реализации вышеизложенного алгоритма работы СБЛ разработана блок-схема (Рис 3), принцип действия которой, заключается в следующем. При подаче питания, задающий генератор формирует колебание частотой 100 кГц, выдает вычислительному устройству сигнал об отсчете времени на перестройку положения диаграммы направленности передающей антенны с каждым седьмым импульсом на выдачу команды о формировании строб – импульса длительностью $t_c = t_{и} = 26$ нс для дальности 45 – 50м (через 0,33мкс) и для 25 – 30м (через 0,16 мкс). ВЧ-сигнал поступает на модулятор, где формируются импульсы зондирования с частотой повторения 100 кГц, затем эти импульсы накладываются на несущий сигнал частотой 100 ГГц, поступают на передающую антенну (фазированная антенная решетка) и на смеситель. Отраженный сигнал от цели поступает на рупорную приемную антенну, а затем на вход приемника, где усиливается и переносится на частоту 10 ГГц. Далее сигнал усиливается, детектируется, поступает на видео-усилитель, а на пороговое устройство, в результате принимается решение о наличии сигнала от цели. Если цель находится на расстоянии 45 – 50м, то выдается команда вычислительному устройству «предварительное срабатывание 1» (ПС1). Если на расстоянии 25 – 30м, то ПС2, по времени задержки выдачи команд ПС1 и ПС2 вычислительное устройство определяет дальность и скорость цели, а по положению диаграммы направленности зондирующей антенны вычисляются координаты цели. По полученной информации о цели вычислительное устройство выдает команду на формирование «строб – импульса срабатывания» ПС3. При наличии команд ПС1, ПС2, ПС3 вычислительное устройство вырабатывает сигнал, который поступает на инициирующее устройство, то есть выдается команда на срабатывание защитного боеприпаса.

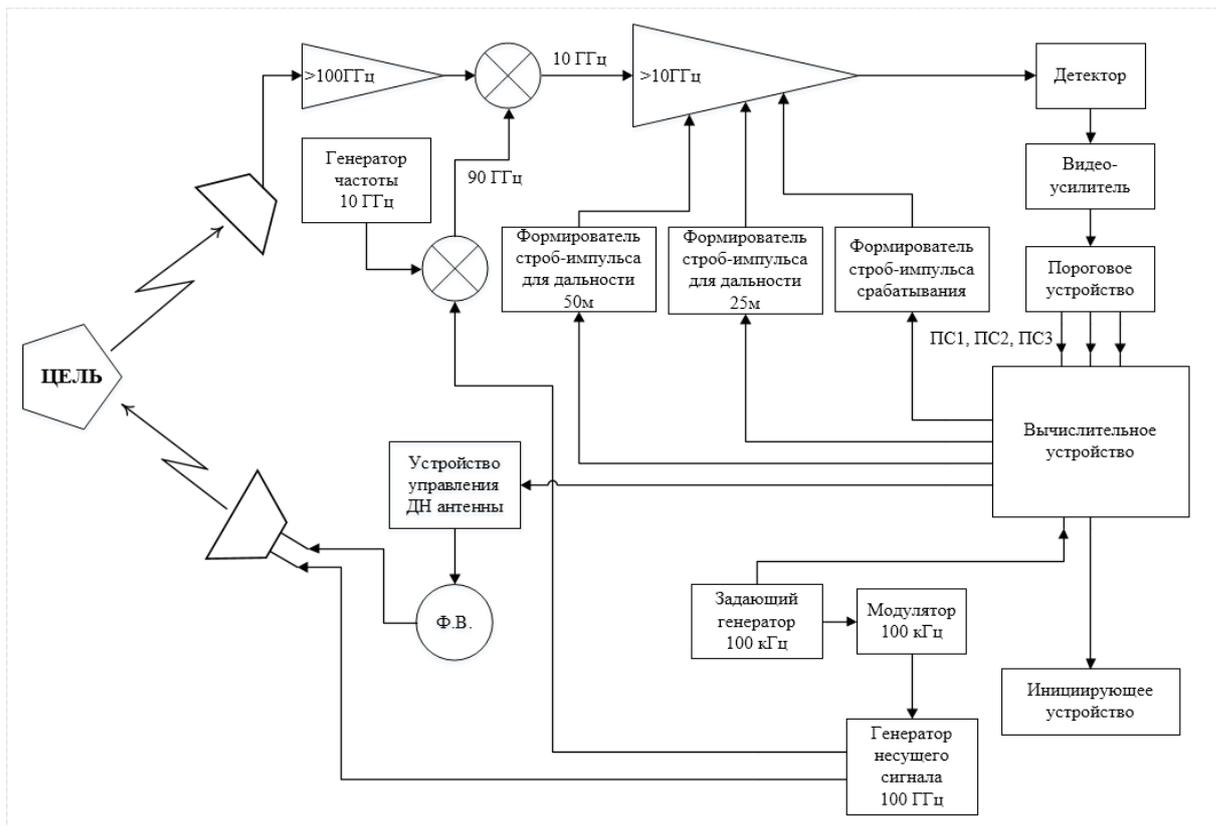


Рис 3 – Функциональная блок – схема СБЛ

Вывод: рассмотренный алгоритм работы и блок – схема импульсной СБЛ с длиной волны 2-8 мм способны обеспечить вероятность обнаружения тандемной атаки, уменьшит время готовности комплекса активной защиты к отражению повторной атаки. При проектировании СБЛ необходимо принять во внимание:

1. Сложность изготовления передающей антенны;
2. Необходимость оптимизировать параметры передатчика и приемника.

Библиографический список:

1. Кирильчик А.А. Повышение быстродействия РЛС активной защиты БТТ от тандемной атаки / А.А. Кирильчик; науч. рук. В. П. Ющенко // XIII Труды всероссийской научно-технической конференции "Наука. Промышленность. Оборона.", Новосибирск, НГТУ, 12.04.2012, сс.271-274
2. Защитатанков / В.А. Григорян, Е.Г. Юдин, И.И. Терехин, В.Н. Наумов, А.П. Антипов, Н.С. Дорохов, А.М. Малофеев, Е.Н. Чистяков, В.П. Янин; Подред. В.А. Григоряна.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.-327с.:ил.
3. <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rasprostraneniya-radiovoln-millimetrovogo-diapazona-perspektivy-ih-ispolzovaniya-v-sovremennyh-radiotekhnicheskikh>
4. Кирильчик А.А. Алгоритм работы РЛС для обнаружения

малогабаритных объектов на малых расстояниях // XIV Труды всероссийской научно-технической конференции "Наука. Промышленность. Оборона", Новосибирск, НГТУ, 2014, с. 297-301.

УДК 662.215.5

СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ БРИЗАНТНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ

Казанский национально-исследовательский технологический университет,
г. Казань

Кирющенко Н.А., Исхаков Т.Н., Базотов В.Я., Джангирян В.Г.
NA-Makarova89@mail.ru

В настоящее время в военной технике и различных отраслях народного хозяйства широко применяются средства инициирования (СИ) взрыва на основе инициирующих ВВ (ИВВ). Высокая чувствительность ИВВ к внешним воздействиям обуславливает повышенный уровень требований по технике безопасности при производстве, хранении и применении СИ. Следует отметить, что в силу высокой чувствительности, ИВВ не вполне отвечают требованиям мало уязвимости для некоторых, разрабатываемых боеприпасов. Отмеченные недостатки известных ИВВ стали причиной поиска новых инициаторов, которые обеспечили бы малую уязвимость СИ, их высокую надежность и экологичность. Одним из возможных путей достижения целей является отказ от использования ИВВ в средствах инициирования и замена их на БВВ. Недостаток подобных СИ на основе БВВ, это его низкая чувствительность. Таким образом, задача замены ИВВ в СИ на БВВ может быть решена путем повышения их восприимчивости к инициирующим импульсам. В данной работе были исследованы особенности инициирования взрыва БВВ при динамических испытаниях с пьезоэлементом (ПЭ). Изучено влияние параметров и схемы приложения электрического поля ПЭ на чувствительность БВВ к электромеханическому импульсу и скорости нарастания давления на инициирование БВВ с ПЭ.

УДК 620.18: 621.38

ЯЧЕЙКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРЫ И ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ¹

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Киселева Е.Н., Лоскутникова В.В.

kiselek_k@mail.ru

В 2000 г. основателям нового прорывного направления органической печатной электроники Алану Хигеру, Алану Мак-Диармиду и Хидэки Сиракава была присуждена Нобелевская премия по химии «За открытие проводимости в полимерах». Открытие стало основой для разработки фотоэлектронных устройств на базе полимерных полупроводников. Однако ожидания быстрого достижения необходимого результата – получения недорогих и высококачественных фотоэлементов не оправдались. На сегодняшний день разработаны полимерные материалы, применение которых сделало возможным реализовать высокопроизводительную технологию печати фотоэлементов, полностью состоящих из полимерных материалов [1, 2]. В мировой промышленности насчитывается несколько предприятий, освоивших производство таких приборов. Так, например, компания Konarka Technologies, Inc. разрабатывает два типа органических солнечных элементов: полимер-фуллереновые солнечные батареи и сенсibilизированные красителем солнечные батареи [3]. Основным недостатком разработанных и изготавливаемых полимерных фотоэлементов является низкий коэффициент полезного действия, ниже коэффициента полезного действия солнечных батарей на основе неорганических материалов. Производительность солнечных полимерных фотоэлементов может быть повышена формированием упорядоченной структуры активного слоя с обеспечением большой площади границы между донорным и акцепторным материалами, что способствует увеличению количества экситонов, распадающихся на границе раздела фаз на электрон и дырку (рис. 1). Для выяснения закономерностей влияния, как режимов приготовления исходных материалов, так и формирования активного слоя фотоэлементов

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» в рамках соглашения № 14.574.21.0097 на выполнение проекта по теме: «Оптимизация эффективности органических солнечных батарей с помощью мониторинга в реальном времени структурных и электрических свойств активных слоев», уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57414X0097

на его структуру и фотовольтаические свойства при участии авторов доклада была разработана ячейка, позволяющая одновременно изучать структуру полимера (методом рентгеновской дифрактометрии) и его вольтамперные характеристики.

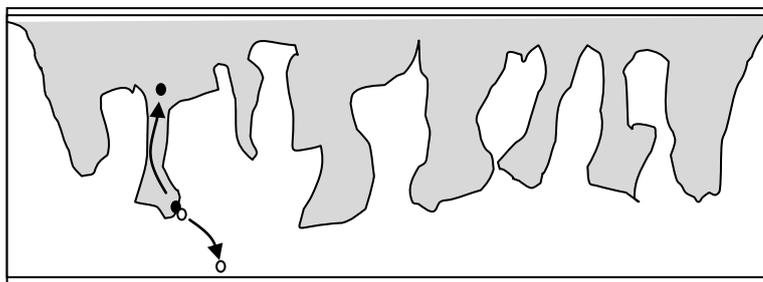


Рис. 1. Схема распада экситона, возникшего при поглощении солнечного света, на электрон и дырку на границе раздела донорной и акцепторной фаз

Ячейка представляет собой камеру (рис. 2), снабженную терморегулируемым столиком, системой токосъемников, системой регулирования состава атмосферы внутри камеры.



Рис. 2. Ячейка для мониторинга структуры и вольт-амперных характеристик активного слоя полимерных фотоэлементов

Раствор полимерной смеси подается автоматизированным шприцем на предварительно нагретую подложку, расположенную на терморегулируемом столике. Скорость испарения растворителя определяется процентным соотношением компонентов смеси, способом приготовления раствора полимера, температурой подложки, характером атмосферы внутри камеры. Токосъемники обеспечивают подачу напряжения на контакты подложки, выполненные в виде системы токопроводящих полос. Мониторинг вольт-амперных характеристик во время формирования активного слоя проводится

одновременно с записью дифрактограмм, полученных при пропускании скользящего рентгеновского луча размером не более 500 мкм через формируемый слой в промежутке между контактами (1 мм).

Конструкция ячейки предусматривает возможность ее использования в качестве оборудования для контроля фотовольтаических характеристик как активного слоя, так и готовых фотоэлементов. В этом случае вместо крышки устанавливается симулятор солнечного света, и меняются токоъемники. Предусмотрена возможность использования ячейки для контроля состояния приготовленных растворов в условиях производства фотоэлементов.

Библиографический список:

1. V.Trukhanov , D. Paraschuk /Non-Fullerene Acceptors for Organic Solar Cells // Polymer Science - Series C, Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), - 2014, 56, № 1, P. 72-83 DOI
2. Dayneko S., Tameev A., Tedoradze M., Martynov I., Linkov P., Samokhvalov P., Nabiev I., Chistyakov A. Hybrid bulk heterojunction solar cells based on low band gap polymers and CdSe nanocrystals / Proceedings of SPIE, - 2014, -Vol. 8981, -P. 898113-1 – 898113-8.
3. H. Hoppea, N. S. Sariciftci/ Organic solar cells: an overview// J. Mater. Res., - 2004. -Vol. 19. - № 7. -P. 1924-1945.

УДК 629.7.027.24

**ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЕС НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ
ШАССИ САМОЛЕТА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 1.5 ТОННЫ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Клочков Н. И., Зверков И. Д., Мохов Ю. В.

nik.levelon@mail.ru

За последние годы в России повысился спрос на транспортные самолеты из-за увеличения объема пассажирских и грузовых перевозок. Но количество аэродромов, способных принять даже небольшие самолеты, очень мало. Возникает необходимость создания пассажирского (грузового) самолета, способного приземляться на слабые грунты (пашня, песчаное покрытие, снежный занос).

Сотрудниками и студентами ФЛА НГТУ для решения данной задачи был разработан проект регионального пассажирского самолета «Везделет» массой 4.5 тонны и грузоподъемностью 1.5 тонны (*Табл. № 1. Общие данные самолета*). Ключевая часть этого самолета - четырехколесное шасси автомобильной компоновки с колесами низкого давления.

Табл. 1. Общие данные самолета

Взлётный вес	4500 кг
Минимальная взлётная скорость	80 км/ч
Крейсерская скорость	200 км/ч
Полезная нагрузка	1500 кг
Габариты грузовой кабины:	
Длина	3.4 м
Высота	2.0 м
Ширина	2.0 м
Стоимость самолёта	От 20 до 30 мл. руб.
Стоимость эксплуатации	5-7 тыс. руб./час

На первом этапе необходимо определить, насколько ухудшатся характеристики самолета при наличии на нем шасси с колесами низкого давления при заданных габаритных размерах колеса: 1250 мм × 370 мм (*Рис. № 1. Габаритные размеры колеса*). Эти габариты были выбраны из прототипов наземных транспортных средств повышенной проходимости с колесами низкого давления, которые имеют грузоподъемность, сходную с «Везделетом».

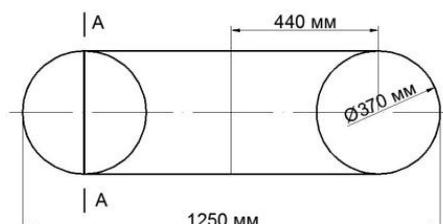


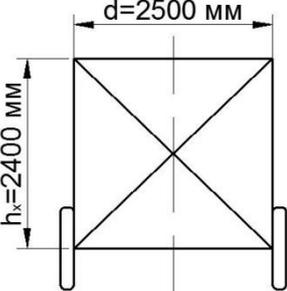
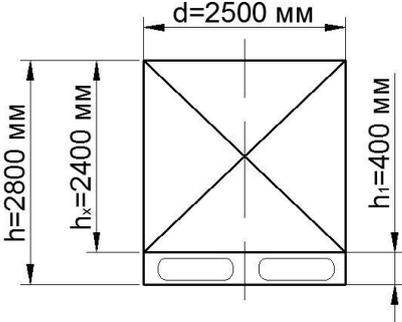
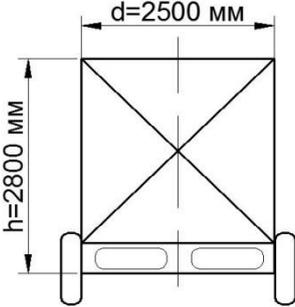
Рис. 1. Габаритные размеры колеса

Чтобы найти вклад силы лобового сопротивления фюзеляжа в общее сопротивление самолета рассмотрим в качестве прототипа самолет Ан-14 и воспользуемся данными профиля крыла РП-14, а также данными для стандартной атмосферы [1-2].

На основании теории подъемной силы крыла конечного размаха было определено, что на крейсерской скорости самолета доля сопротивления фюзеляжа в его общее сопротивление равна 61%. Поэтому если привести этот вклад к мидельному сечению самолета Ан-14 (61%), то коэффициент сопротивления фюзеляжа $C_{x \text{ фюз.}}$ равен 0.2.

Этот коэффициент был использован для оценки силы лобового сопротивления фюзеляжа самолета «Везделет» в трех возможных конфигурациях (*Табл. № 2. Три конфигурации самолета «Везделет»*).

Табл. 2. Три конфигурации самолета «Везделет»

а)	б)	в)
Мидельное сечение самолета «Везделет» с конфигурацией шасси как у Ан-14	Мидельное сечение самолета «Везделет» с убранными шасси низкого давления	Мидельное сечение самолета "Везделет" с выпущенными шасси низкого давления
		
$S_{\text{шасси 1}} = 0.36 \text{ (м}^2\text{)}$		$S_{\text{шасси 2}} = 0.88 \text{ (м}^2\text{)}$
$S_{\text{лоб.общ.}} = 10.52 \text{ (м}^2\text{)}$	$S_{\text{лоб.общ.}} = 11.16 \text{ (м}^2\text{)}$	$S_{\text{лоб.общ.}} = 12.04 \text{ (м}^2\text{)}$
$X_{\text{фюз.}} = 3062 \text{ (Н)}$	$X_{\text{фюз.}} = 3248 \text{ (Н)}$	$X_{\text{фюз.}} = 3498 \text{ (Н)}$
	Добавка к $X_{\text{фюз.}}$ 6%	Добавка к $X_{\text{фюз.}}$ 14%

Оценочные расчеты показали, что применение колес низкого давления даст увеличение лобового сопротивления фюзеляжа минимум на 6 % (убранные шасси), 14 % (выпущенные шасси). Так как с выпущенными шасси самолет летит во время взлета и посадки, то в первом приближении можно принять, что расход топлива увеличится тоже на 6 % по сравнению с исходной конфигурацией самолета с шасси как у Ан-14.

По рекомендациям для наземных вездеходов, в шинах рекомендуется поддерживать давление не выше 0.5 кг/см^2 [3]. При этих условиях обеспечивается проходимость на слабых грунтах. По этому на втором этапе проведем проверочный расчет для выбранной геометрии колес. Определим, при каком давлении в колесе проектируемый самолет может осуществить жесткую посадку на мягкий грунт при перегрузке, равной трем (Табл. № 3. Расчет удельного давления одного колеса). Дополнительным условием является допустимое обжатие пневматика, равное половине диаметра шины 185 мм.

За площадь контакта в первом приближении примем площадь эллипса сечения А-А (Рис. № 1. Габаритные размеры колеса).

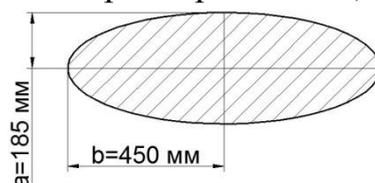


Рис. 2. Сечение А-А

Табл. 3. Расчет удельного давления одного колеса

Масса самолета	$M_{\text{сам.}} = 4 \text{ (т)}$
Перегрузка	$n = 3$
Сила, действующая на одно колесо	$P_{\text{колесо}} = \frac{M_{\text{сам.}} \cdot g \cdot n}{4} = 30 \cdot 10^3 \text{ (Н)}$
Площадь контакта колеса с грунтом (Рис. № 2 Сечение А-А)	$S_{\text{эл.}} = \pi \cdot a \cdot b = 0.26 \text{ (м}^2\text{)}$
Удельное давление одного колеса самолета на грунт	$P_{\text{уд. сам.}} = \frac{P_{\text{колесо}}}{S_{\text{эл.}}} = 1.1 \cdot 10^5 \text{ (Па)} =$ $= 1.1 \text{ (ат)}$

Из таблицы №3 следует, что при принятой в первом приближении геометрии колеса требуемое давление в 2.2 раза выше оптимального.

Общие выводы:

1) платой за возможность садиться на слабые грунты является увеличение расхода топлива, это потребует применение конструкторских решений, позволяющих уменьшить сухую массу самолета, чтобы не увеличивать взлетную,

2) если сухую массу самолета уменьшить не удастся, то необходимо скорректировать техническое задание с целью увеличения взлетной массы самолета за счет дополнительного запаса топлива,

3) давление в пневматиках по расчетам получается выше желаемого, значит необходимо провести дополнительные исследования, которые позволят определить реальную площадь контакта колеса с землей. Возможно, для снижения удельного давления потребуется увеличить габаритные размеры колес.

Библиографический список:

1. Пассажирский самолет Ан-14. Техническое описание // А.С. Альбац и др. под руководством Генерального конструктора О.К. Антонова - 1964. - С.9-13

2. Руководство для конструкторов летательных аппаратов самодеятельной постройки. Том 1. Общие технические требования. Аэродинамика // Ю.И. Бадрухин и др. - Новосибирск: СибНИА им. С.А. Чаплыгина, 1989. - С.

3. ТРЭКОЛ-39292 вездеход на шинах низкого давления бхб в Москве - продажа и лизинг [Электронный ресурс] 2004-2013 «Спец Авто Партнёр» Россия, Москва. URL: <http://www.specautopartner.ru/tehnika/opisanie/trecol-39292/>

МИКРОПОЛОСКОВЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ КВЧ ДИАПАЗОНА ДЛЯ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Коваленко А.С., Шебалкова Л.В.

rockstaaaz@yandex.ru

В данной работе рассматриваются перспективы применения микрополосковых антенных решеток (МΠΑР) КВЧ диапазона в системах ближней локации.

Основной задачей при проектировании бортовой аппаратуры является снижение массогабаритных характеристик, поэтому целесообразно применение антенной системы КВЧ диапазона. В качестве технического решения предлагается использовать микрополосковую антенную решетку.

Преимуществами МΠΑР являются чрезвычайно малые габариты (размер одного излучателя $\approx \lambda/2$), низкая эффективная площадь рассеяния (ЭПР) при конформно установленных микрополосковых излучателях (МПИ) на самолеты или ракеты, возможность монтирования на изогнутые поверхности [1]. МΠΑР могут быть изготовлены процессом травления, что значительно снижает стоимость производства.

Недостатками МПА являются относительно узкая полоса пропускания, а также большие вносимые омические потери, по сравнению с другими типами антенн. Эти потери в основном происходят в подложке и металлическом напылении микрополосковой линии (МПЛ). Однако следует отметить, что одиночный МПИ обычно несет очень малые потери, т.к. ширина излучателя составляет лишь половину длины волны. Потери мощности могут быть минимизированы с помощью применения подложек с низким уровнем потерь [2].

Материалом для изготовления МПА является диэлектрическая подложка с металлическим напылением. Модель подложки следует выбирать исходя из рабочей частоты МПА. Основным требованием к производству МПИ КВЧ диапазона является высокая точность изготовления подложки, т.к. ширина МПЛ лежит в диапазоне десятых долей миллиметра.

В диапазоне сантиметровых и миллиметровых волн для питания антенны обычно используются микрополосковые линии. Для согласования с питающей линией применяют четвертьволновые трансформаторы сопротивлений [1].

К положительным аспектам использования КВЧ диапазона относят его свободу. Второй важный аспект состоит в том, что благодаря высокой частоте можно формировать более узкие ДН.

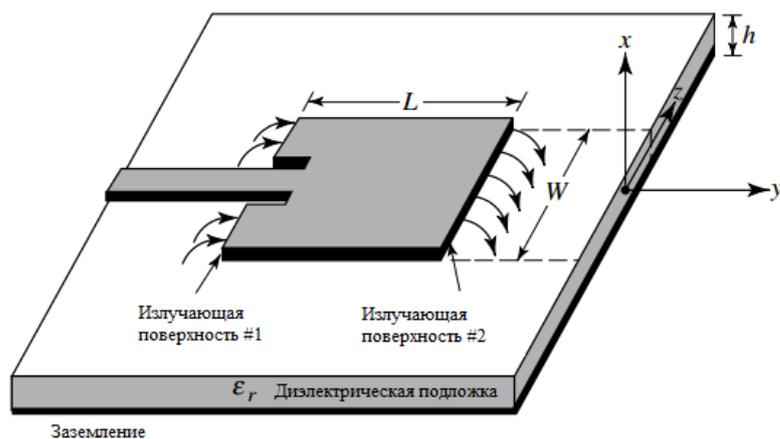


Рис. 1. Модель одиночного МПИ

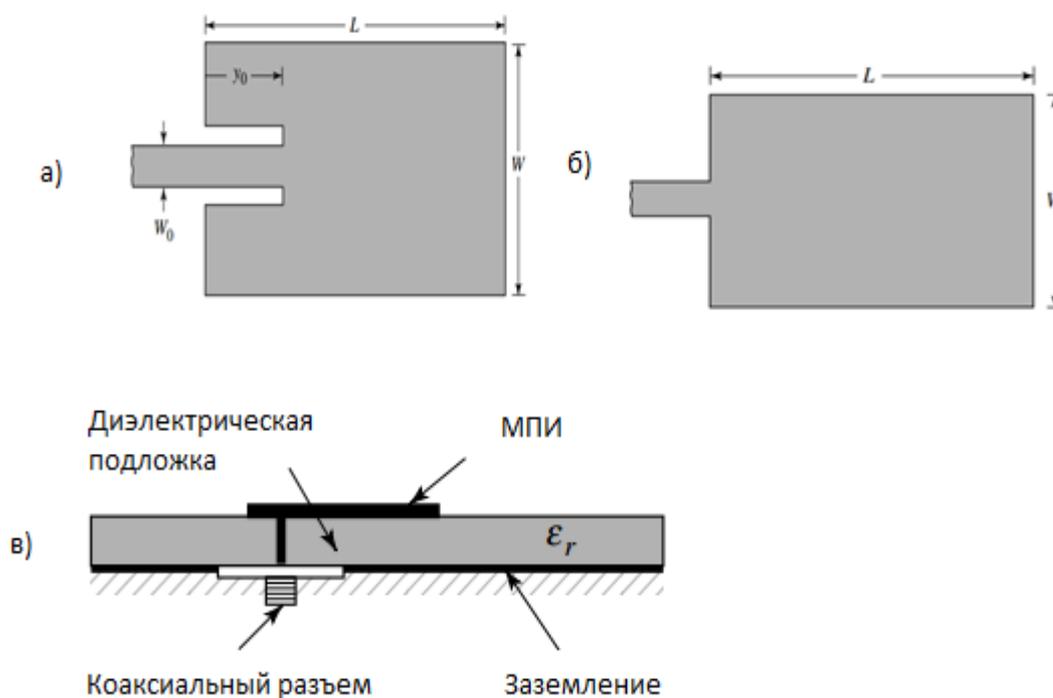


Рис. 2. Способы питания МПИ.

а) Врезка МПЛ, б) МПЛ, в) Коаксиальная линия

Основной отрицательной особенностью КВЧ диапазона является зависимость работы радиосистем от погодных условий. Т.к. частицы воды в облаках могут быть примерно равны длине волны, следует учитывать коэффициенты ослабления, рассеяния, поглощения и радиолокационного отражения.

В качестве технического решения предлагается МПАР, полученная с помощью электродинамического моделирования. Использована подложка Rogers 5880/Duroid ($\epsilon_r=2.2$, $\delta=0.0009$). Коэффициент стоячей волны по напряжению составляет не более 2 в полосе частот ± 1 ГГц, ширина диаграммы направленности (ДН) 16 градусов в обеих плоскостях, уровнем боковых лепестков -10 дБ.

На рис. 3 представлена топология МПАР, габаритные размеры платы 9.6 x 10.6 x 0.127 мм.

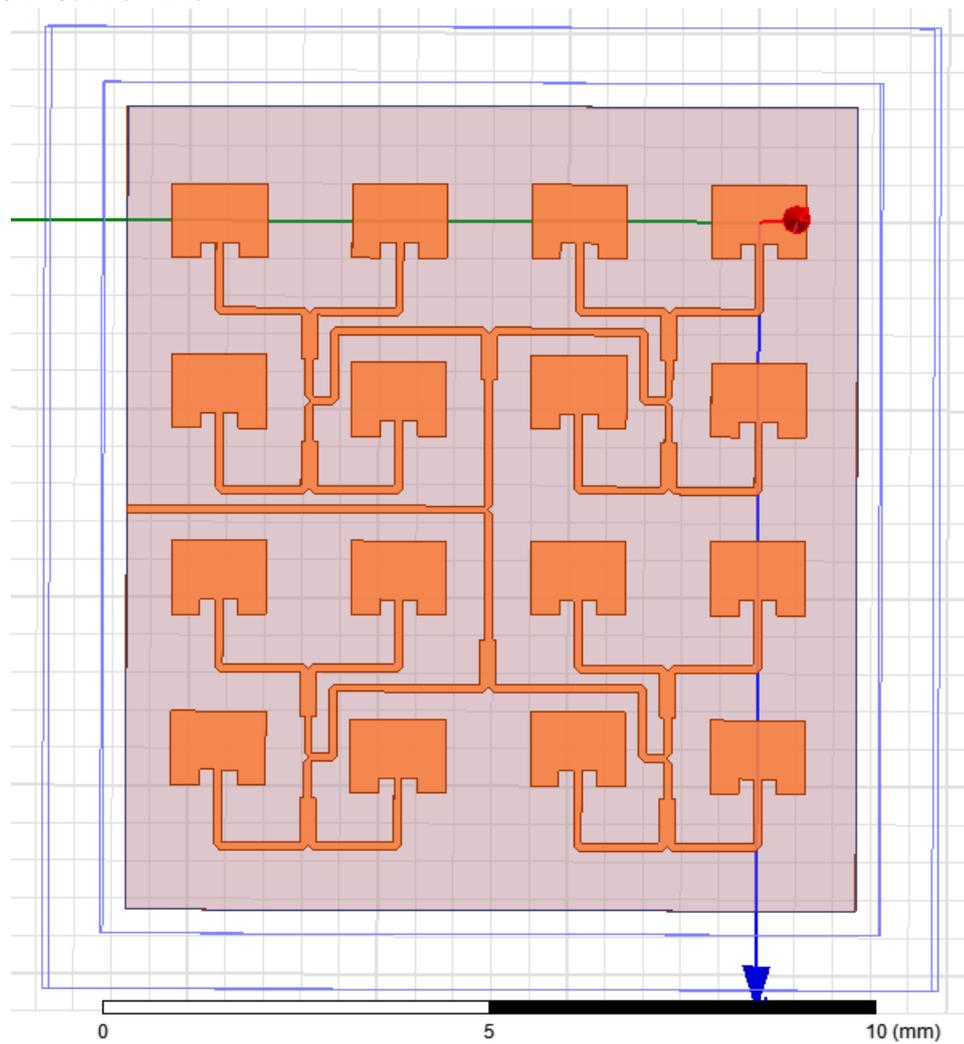


Рис. 3. Модель МПАР

На рис. 4 показан график коэффициента стоячей волны по напряжению. Минимальное значение КСВН = 1.0294 находится на частоте 95.3 ГГц.

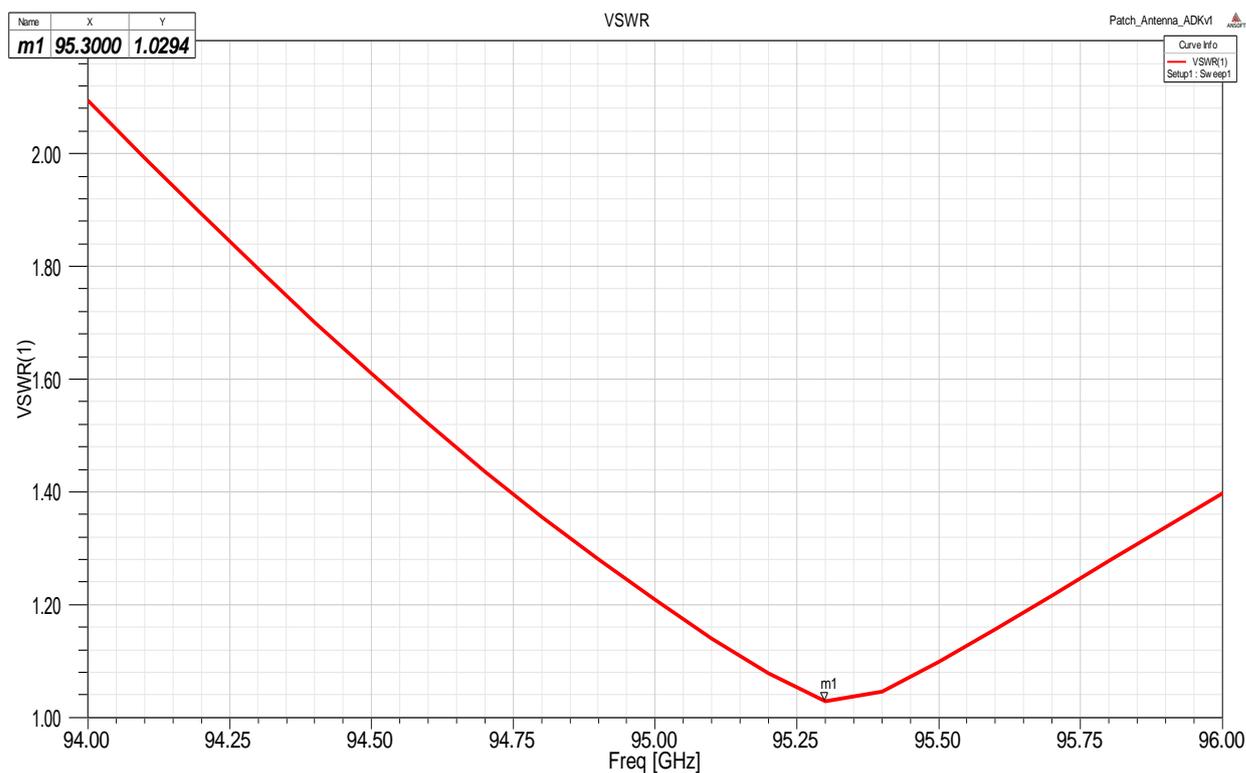


Рис. 4. График КСВН

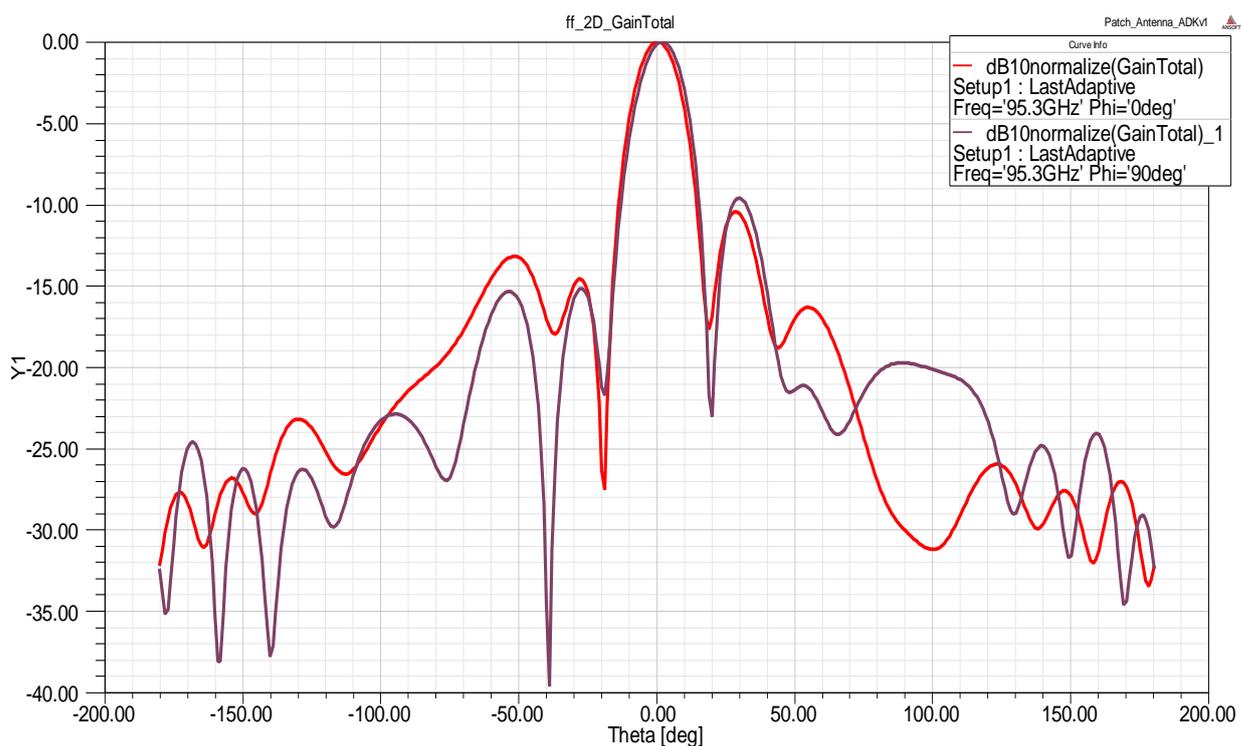


Рис. 5. Главные сечения ДН МПАР.

На рис. 5 показаны главные сечения диаграммы направленности в плоскостях **Е** и **Н**.

Результаты, полученные с помощью электродинамического моделирования, показывают возможность реализации микрополосковых антенных решеток КВЧ диапазона с заданными характеристиками в системах ближней локации. Требование к высокой точности изготовления МПИ КВЧ

до 0,02 миллиметра является приемлемым для производства.

Библиографический список:

1. Constantine A. Balanis Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition. – Hoboken, New Jersey: Wiley, 2005.
2. A. G. Derneryd, Linearly Polarized Microstrip Antennas, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-24, No. 6, pp. 846–851, November 1976.

УДК 539.32

ТЕРМОУПРУГОСТЬ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Ковальчук Д. Р.

dasha-k@inbox.ru

В последнее время теория термоупругости получила существенное развитие в связи с важными проблемами, возникающими при разработке новых конструкций паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей, высокоскоростных самолетов, ядерных реакторов и др. Элементы этих конструкций работают в условиях неравномерного нестационарного нагрева, при котором изменяются физико-механические свойства материалов и возникают градиенты температуры, сопровождающиеся неодинаковым тепловым расширением частей элементов.

Неравномерное тепловое расширение в общем случае не может происходить свободно в сплошном теле; оно вызывает тепловые (термические, температурные) напряжения. Знание величины и характера действия тепловых напряжений необходимо для всестороннего анализа прочности конструкции.

Тепловые напряжения сами по себе и в сочетании с механическими напряжениями от внешних сил могут вызвать появление трещин и разрушение конструкции из материала с повышенной хрупкостью. Некоторые материалы при быстром возникновении напряжений, обусловленном действием резко нестационарного температурного поля, становятся хрупкими и не выдерживают теплового удара. Повторное действие тепловых напряжений приводит к термоусталостному разрушению элементов конструкции. Действие тепловых напряжений может вызвать значительную пластическую деформацию,

ведущую к полному или прогрессирующему разрушению конструкции, термовыпучивание тонкостенной конструкции и т. п.

Исследования по термоупругости сначала стимулировались задачами о термоупругих напряжениях в элементах конструкций. Они проводились на основе теории, разработанной Дюамелем (1838) и Нейманом (1841), которые исходили из следующего предположения: полная деформация является суммой упругой деформации, связанной с напряжениями обычными соотношениями, и чисто теплового расширения, соответствующего известному из классической теории теплопроводности температурному полю.

С принципиальной точки зрения теория Дюамеля — Неймана [1], [2] для нестационарных тепловых и механических воздействий оказалась ограниченной: она не позволяет строго описать движение упругого тела, связанное с его тепловым состоянием. При определенных условиях нестационарный нагрев сопровождается динамическими эффектами в конструкции.

В общем случае изменение температуры тела происходит не только вследствие подвода тепла от внешних источников, но и в результате самого процесса деформирования. При деформировании тела от механических или тепловых воздействий, протекающих с большой скоростью, возникает так называемый эффект связанности, обусловленный взаимодействием полей деформации и температуры. Он проявляется в образовании и движении тепловых потоков внутри тела, возникновении связанных упругих и тепловых волн, термоупругом рассеянии энергии и т. п.

Последовательное рассмотрение процессов упругого деформирования и теплопроводности в их взаимосвязи возможно только на основе термодинамических соображений. Томсон (1855) [3] впервые применил основные законы термодинамики для изучения свойств упругого тела. Ряд исследователей Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц (1953) [4] и др. с помощью методов классической термодинамики получили связанные уравнения термоупругости. Однако в рамках классической термодинамики строгий анализ справедлив лишь для изотермического и адиабатического обратимых процессов деформирования. Реальный процесс деформирования, неразрывно связанный с необратимым процессом теплопроводности, является в общем случае также необратимым. Термодинамика необратимых процессов, разработанная в последние годы, позволила более строго поставить задачу о необратимом процессе деформирования и дать единую трактовку механических и тепловых процессов, нашедшую отражение в работах Био (1956), Чедвика (1960), Боли и Уэйнера (1960) и др. В связи с этим более четко определилась теория термоупругости, обобщающая классическую теорию упругости и теорию теплопроводности. Она охватывает следующие явления: перенос тепла теплопроводностью в теле при стационарном и нестационарном теплообмене между ним и внешней средой; термоупругие напряжения, вызванные градиентами температуры; динамические эффекты при резко нестационарных процессах нагрева и, в частности, термоупругие колебания тонкостенных конструкций при тепловом ударе; термомеханические эффекты, обусловленные

взаимодействием полей деформации и температуры.

Для математического выражения второго закона термодинамики в случае твердых деформируемых тел, состояние которых определяется большим числом независимых переменных, удобной является формулировка, разработанная Н.Н. Шиллером (1897—1901) [5], Каратеодори (1909) [6] и Т.А. Афанасьевой-Эренфест (1925—1928) [7]. В этой формулировке устанавливается общий эмпирический принцип о невозможности определенных процессов — принцип адиабатической недостижимости. Принципы локального термодинамического равновесия и адиабатической недостижимости позволили использовать разработанный Гиббсом (1875—1878) метод термодинамических функций для вывода соотношений между напряжениями и деформациями, выражений для свободной энергии, внутренней энергии, энтропии и связанного уравнения теплопроводности.

В теории термоупругости обычно накладывается ограничение на величину термического возмущения: приращение температуры предполагается малым по сравнению с начальной абсолютной температурой. Снятие этого ограничения не нарушает предположения о малости деформаций, но приводит к появлению нелинейных членов в связанных уравнениях термоупругости. Возможно построение единой теории термоупругости без указанного ограничения в рамках предположения о малости деформаций, учитывающей зависимость упругих и термических коэффициентов от температуры. В общем случае она является нелинейной теорией связанной термоупругости и в качестве частных случаев охватывает как линейную теорию связанной термоупругости при малом термическом возмущении, так и теорию несвязанной термоупругости при большом термическом возмущении, использующую линейные уравнения движения и нелинейное уравнение теплопроводности.

При исследовании динамических задач термоупругости учет связанности полей деформации и температуры дает возможность выявить новые качественные особенности протекания процесса деформирования. Анализ сравнительно простого решения одномерной задачи о распространении плоских гармонических термоупругих волн в неограниченном теле позволяет правильно понять основные черты термоупругих явлений при разных частотах волн и параметрах связанности материала. В качестве основных граничных связанных задач термоупругости следует отметить двумерные задачи о распространении плоских термоупругих волн вдоль поверхности полупространства и продольных термоупругих волн в длинном цилиндре.

Построение решений связанных задач термоупругости для тел конечных размеров вызывает значительные математические трудности. Большой интерес поэтому представляют вариационные принципы связанной термоупругости, и в частности вариационный принцип Био, позволяющие развить приближенные методы решения связанных задач динамической теории упругости и нестационарной теплопроводности.

Все выше сказанное доказывает актуальность и ценность темы термоупругости и изучения ее моделей.

Библиографический список:

1. Duhamel C. Memoire sur equations generales de la propagation de la chaleur dans les corps solides don't la conductibilite nest pas la mkme dans tous les sens // J. de l'Ecole Polytechnique. – 1832. – Vol. 13. – P.356 – 399.
2. Neumann F.E. Die Geetze der Doppelbrechung des Lichtes in comprimierten oder ungleichfororming erwarmten uncrystallinischen Korpern // Abhandl. Konigl. Akad. Wissen. Berlin. – 1841. – № 2. – Teil. S. – 254.
3. Коваленко А.Д. Термоупругость. – Киев: Изд – во АН УССР, 1975. – 216с.
4. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели термомеханики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 168с.
5. Шиллер Н. Н. О втором законе термодинамики и об одной новой его формулировке. – К.: “Университетские известия”, 1898.
6. Caratheodory C. Untersuchungen uber die Grundlagen der Thermodynamik // Math. Ann. – 1909. – Vol. – 67.
7. Афанасьева – Эрэнфест Т.А. Необратимость, односторонность и второе начало термодинамики. // Журн. Прикладной физики. – 1928. – Т.5, № 3 – 4. – С. 3 – 29.

УДК 539.3

**ПОСТРОЕНИЕ РЕДУЦИРОВАННОЙ КЭ-МОДЕЛИ МЕТОДАМИ
ПОКОМПОНЕНТНОГО МОДАЛЬНОГО СИНТЕЗА В СРЕДЕ ANSYS**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Кожевников А. Н., Жукова Ю. А., Красноруцкий Д. А., Левин В. Е.

ak-1993@bk.ru, juma7@mail.ru, krasnorutskiy@corp.nstu.ru,

v.levin@corp.nstu.ru

При решении прикладных задач часто возникает необходимость работы с математическими моделями большой размерности. К тому же такие модели приходится стыковать друг с другом. Так при попытке моделирования нелинейных колебаний провода на опорах возникла необходимость заменить опоры их упрощенными аналогами – математическими моделями, воспроизводящими их частотный спектр в диапазоне низких частот. Такая процедура известна в механике под названием метода покомпонентного модального синтеза. Ее применение позволяет провести динамическую конденсацию конструкции и свести ее к модели меньшей размерности.

Рассмотрим этот метод более подробно. В матричном уравнении движения произведем перенумерацию узлов следующим образом:

$$[M]\ddot{U} + [K]U = F, U = \begin{Bmatrix} U_m \\ U_s \end{Bmatrix}, [M] = \begin{bmatrix} M_{mm} & M_{ms} \\ M_{sm} & M_{ss} \end{bmatrix}, [K] = \begin{bmatrix} K_{mm} & K_{ms} \\ K_{sm} & K_{ss} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где U – полный вектор перемещений, U_m – перемещения узлов конденсации (masterDOFs в терминологии ANSYS), U_s – остальные степени свободы ("slave" DOFs), $[K]$, $[M]$ – матрицы жесткости и масс, F – вектор нагрузок. В соответствии с методом Крейга-Бэмптона [1, 2], вектор перемещений представляется следующим образом:

$$U = \begin{Bmatrix} U_m \\ U_s \end{Bmatrix} = [T] \begin{Bmatrix} U_m \\ y_\delta \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ -K_{ss}^{-1}K_{sm} & \Phi_s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_m \\ y_\delta \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

где y_δ – усеченный набор обобщенных модальных координат, $[T]$ – матрица трансформации, Φ_s – формы колебаний при закрепленных узлах конденсации, I – единичная матрица. Можно составить матрицу трансформации другим способом (метод МакНила [3]):

$$[T] = \begin{bmatrix} I & 0 & 0 \\ -K_{ss}^{-1}K_{sm} & \Phi_{sr} & \hat{\Phi}_s \end{bmatrix}, \hat{\Phi}_s = \Phi_s + K_{ss}^{-1}K_{sm}\Phi_m, \Phi_f = \begin{bmatrix} \Phi_m \\ \Phi_s \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где Φ_{sr} – формы колебаний модели как жесткого целого, Φ_f – формы колебаний при свободных узлах конденсации. Составив матрицу трансформации $[T]$, получим уравнение движения редуцированной модели:

$$[\hat{M}]\ddot{\hat{U}} + [\hat{K}]\hat{U} = \hat{F}, [\hat{K}] = [T]^T [K][T], [\hat{M}] = [T]^T [M][T], \hat{F} = [T]^T F. \quad (4)$$

В пакете ANSYS предусмотрена процедура редукции КЭ-модели (см. команды CMSOPT, SEOPT), на выходе имеются редуцированные матрицы жесткости и масс, которые можно выгрузить во внешний файл для последующего использования в расчетной схеме системы стержней, моделирующих провода. Предварительные тестовые расчеты показали, что использование формулы (3) позволяет добиться более точного совпадения АЧХ редуцированной модели (4) с АЧХ полной модели на заданном диапазоне частот, чем по формуле (2).

При работе с конечно-элементным комплексом ANSYS удобно использовать не графический интерфейс, а специальные файлы (макросы) с наборами команд, которые выполняются в соответствии с необходимыми параметрами. Использование макросов позволяет оперативно вносить изменения в модель, в параметры расчетов, в настройки отображения результата, и существенно упрощает процесс решения.

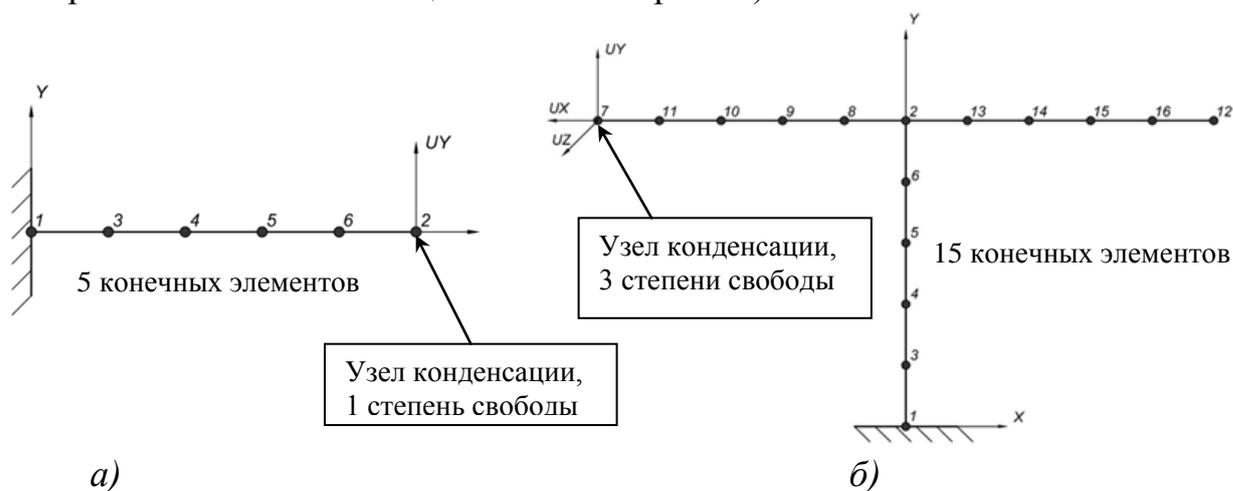
При решении описываемой задачи были подготовлены наборы команд для создания геометрической модели, разбиения ее на конечные элементы, проведение модального анализа (определения частот и форм собственных колебаний), проведение гармонического анализа – построение АЧХ исходной

системы. Затем был создан макрос для реализации метода динамической конденсации, а также для выгрузки матриц жесткости и инерции редуцированной системы. Затем в программном продукте Mathcad проводился расчет гармонических вынужденных колебаний редуцированной модели.

Рассмотрим следующие тестовые примеры:

1) консольно-защемленный стержень длиной 2 метра и прямоугольного поперечного сечения (10 см х 1 см), выполненный из стали (модуль упругости $2.1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$, коэффициент Пуассона 0.3, плотность 7850 кг/м^3) (рис.1 а. Консольно-защемленный стержень) и

2) Т-образный стальной стержень такого же поперечного сечения (рис.1 б. Т-образный консольно-защемленный стержень).



а)

б)

Рис.1. Расчетные схемы тестовых примеров

Для консольно-защемленного стержня известно точное решение [3]. Значение первого собственного числа λ равняется 1.875. Собственные числа выражаются через собственные частоты по следующей формуле: $\lambda^2 = 2\pi L^2 \nu \sqrt{\rho F / EI}$, где ν – частота, L – длина, ρF – погонная плотность, EI – изгибная жесткость.

Оставим в узле 2 одну степень свободы UY и одну форму колебаний, получим следующее собственное число для редуцированной модели 1.875. Значение полученного собственного значения точно совпадает с полученным аналитически. Построим для сравнения на одном графике АЧХ исходной и редуцированной модели (рис.2. Сравнение АЧХ для консольного стержня). На этом рисунке линией с «крестиками» показана АЧХ исходной модели, а сплошной линией с «ноликами» – редуцированной.

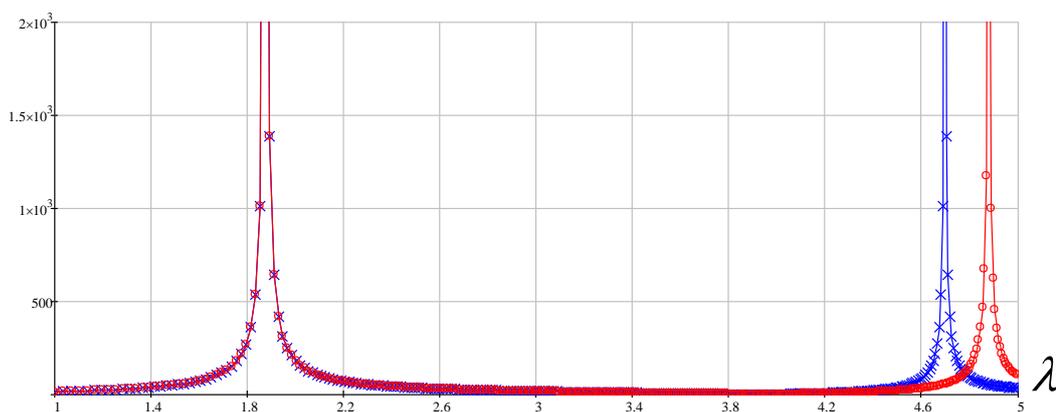


Рис.2. Сравнение АЧХ для консольного стержня

Рассмотрим второй пример – Т-образный стержень. Будем конденсировать 3 степени свободы в 7 узле (рис. 1 б.). Также учтем одну форму собственных колебаний. Для исходной конструкции получены следующие значения первых трех собственных чисел: 1.855, 3.257 и 3.75. Для редуцированной системы получаем следующие значения собственных чисел: 1.855, 3.259 и 3.819, разница со значениями полной системы составила 0%, 0.071% и 1.832% соответственно.

Построим график сравнения АЧХ (рис.3. Сравнение АЧХ для Т-образного стержня) исходной конструкции – линией с «крестиками», а редуцированной – сплошной линией с «ноликами».

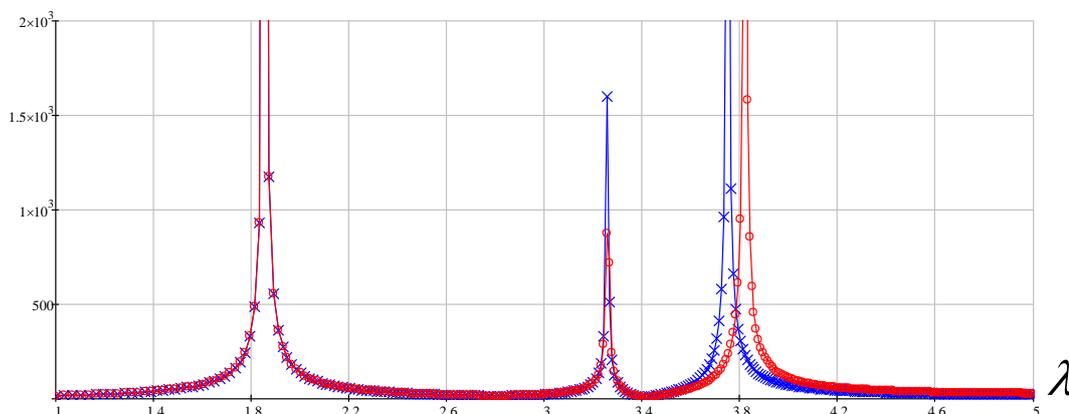


Рис.3. Сравнение АЧХ для Т-образного стержня

Поскольку значение третьего собственного значения редуцированной модели сильнее отличается от исходного в сторону завышения, то и пик графика АЧХ, соответствующий этому числу смещается вправо относительно исходного.

Если увеличить число удерживаемых форм собственных колебаний до трех, то значение третьего собственного числа становится равным 3.75, что полностью совпадает с точным значением и соответствующая АЧХ больше соответствует исходной (рис.4. Сравнение АЧХ для Т-образного стержня при учете 3-х форм собственных колебаний).

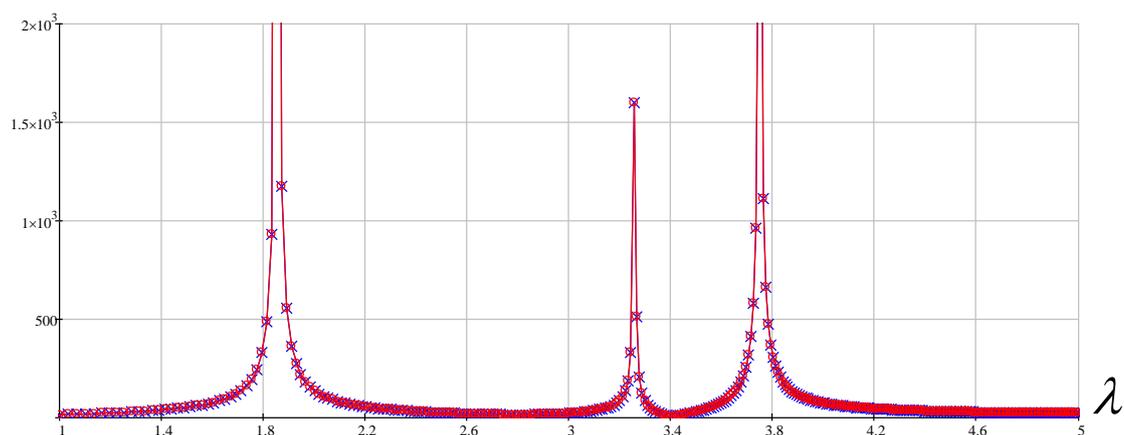


Рис.4. Сравнение АЧХ для Т-образного стержня при учете 3-х форм собственных колебаний исходной конструкции

В дальнейшем планируется более подробно исследовать влияние количества узлов конденсации (степеней свободы) и числа удерживаемых форм собственных колебаний на соответствие АЧХ редуцированной модели и полноразмерной модели.

Представленная методика будет использоваться для построения динамического аналога металлических опор воздушных линий электропередачи для создания динамической модели участка цепи с проводами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию №2014/138, проект № 435.

Библиографический список:

1. Craig, R.R. Coupling of substructures for dynamic analysis/ R.R. Jr. Craig, M.C.C. Bampton // AIAA Journal. 1968. Vol. 6. № 7. P. 1313-1319.
2. Craig, R.R. Jr. Coupling of substructures for dynamic analysis: an overview/ R.R. Jr. Craig // AIAA Dynamics Specialists Conference. Atlanta, 2000.
3. MacNeal R. H. A hybrid method of component mode synthesis // Computers and Structures, vol. 1, no. 4, 1971. P. 581–601.
4. Биргер И.А., Пановко Я.Г. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 3. М. Машиностроение, 1988. – 567с.

СТЕНД ОБДУВА БОРТОВОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Козлов Д.В., Курлаев Н.В.

Rayko90@mail.ru

Предметом исследования выступает стенд обдува спецблоков (*рисунок №1*) современного сверхзвукового самолета, предназначен для воспроизведения полетных условий обдува блоков бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) атмосферным воздухом с регулированием расхода воздуха в соответствии с заданными программами испытаний с целью подтверждения рабочих и ресурсных характеристик блоков при продолжительной работе в составе изделия. Источником сжатого воздуха для работы стенда- промышленная воздушная сеть сжатого воздуха.

Техническиехарактеристики стенда:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Температура охлаждаемого воздуха..... | 10 |
| °С | |
| 2. Расход воздуха (регулируемый)..... | от 0 до 4000 |
| кг/час | |
| 3. Давление воздуха на входе..... | 0,5-0,6 |
| МПа | |
| на выходе (не более) | 0.05 |
| Мпа | |
| 4. Точка росы | 4 |
| °С | |

Общий вид стенда представлен на рисунке 1.

Стенд обдува спецблоков изделия состоит из трех основных частей:

- блок управления и контроля параметров воздуха;
- система подводящих трубопроводов
- охладитель сжатого воздуха.

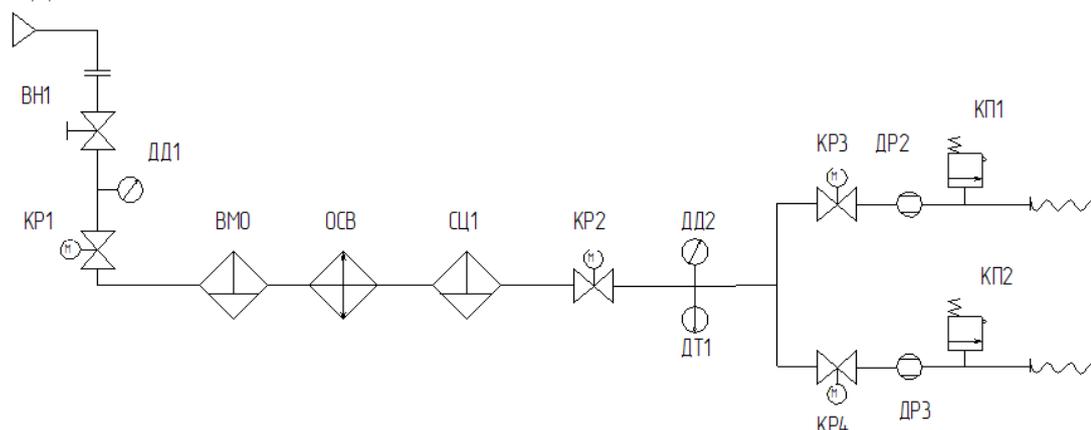
Блок управления и контроля воздуха обеспечивает регулирование параметров давления и расхода воздуха, подаваемого для обдува блоков БРЭО согласно заданной программе и контроль за параметрами работы стенда (температура воздуха, давление и расход).

Данный блок включает в себя непосредственно блок регулирования параметров воздуха и автоматизированную систему управления и контроля параметров стенда.

Блок регулирования воздуха представляет собой сварной металлический каркас, изготовленный из труб прямоугольного сечения, на котором смонтирована трубная разводка, состоящая из входной трубы, тройника и двух выходных труб.

На входной трубе блока установлен клапан запорно-регулирующий (КР2), который регулирует суммарный расход воздуха, а также датчики давления (ДД2) и температуры (ДТ1).

На выходных трубах блока установлены преобразователи расхода (ДР2) и (ДР3), затворы поворотные (КР3, КР4), регулирующие расходы воздуха, подаваемого на правый и левый борт самолета, клапаны предохранительные (КП1, КП2). Выходные трубы заканчиваются гайками для подключения гибких шлангов



КР1-Затвор поворотный дисковый; КР2-Клапан запорно-регулирующий; КР3, КР4- Затвор поворотный дисковый запорно-регулирующий; ДД1, ДД2- датчик давления; ДТ1-термопреобразователь; ДР2,ДР3- расходомер-преобразователь вихревой; КП1,КП2- Клапан предохранительный; ВМО- влагомаслоотделитель; ОСВ- Охладитель сжатого воздуха; СЦ1- серпоратор циклонный.

Рис. 1. Пневматическая принципиальная схема

Автоматизированная система управления и контроля параметров стенда

Данная система обеспечивает настройку и автоматическое поддержание расхода воздуха, подаваемого для обдува БРЭО согласно установленной программе, индикацию параметров воздуха на щите управления, а также предупредительную и аварийную световую и звуковую сигнализацию при входе контролируемых параметров (давление, температура и расход воздуха) за пределы установленных границ.

Все средства управления, контроля и индикации стенда выведены на щит управления.

Щит управления- металлический, навесного исполнения с габаритными размерами 700x700x300 мм.

Внешний вид панели представлен на рисунке 2.

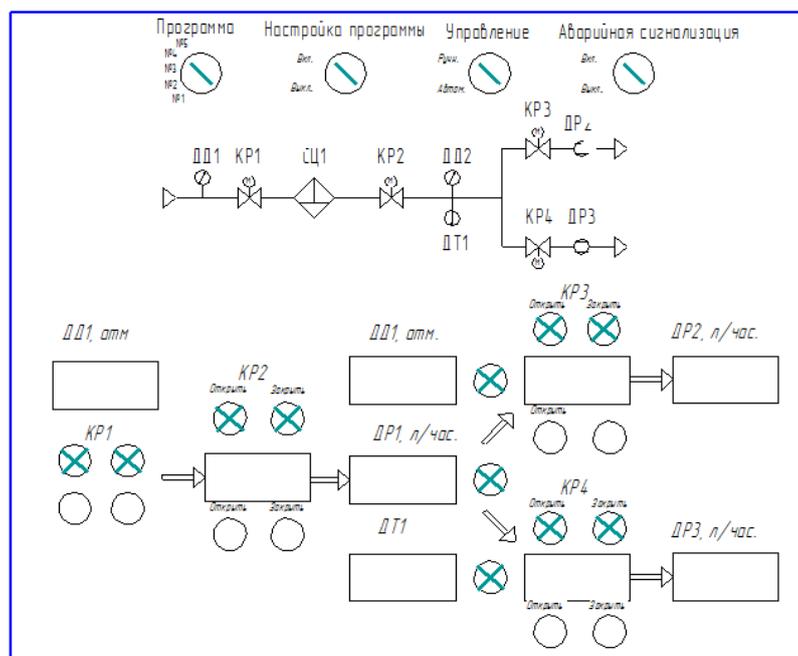


Рис.2. Щит управления

В верхней части щита расположены переключатели управления работой станда. Под пневматической схемой станда расположены органы управления и индикации клапанами (КР1-КР4), а также индикаторы показания датчиков (ДД1, ДД2, ДТ1, ДР1-ДР3). Индикаторы и кнопки управления расположены согласно последовательности размещения приборов и устройств от входа к выходу станда. В нижней части щита предусмотрены сальники для подвода кабелей.

Органы управления и индикации

1. Шестипозиционный переключатель «Программы» - осуществляет выбор одной из шести программ регулирования суммарного расхода при включении автоматического управления (каждая программа отличается уровнем суммарного расхода воздуха).
2. Двухпозиционный переключатель «настрой программы» - переводит систему управления в режим настройки суммарного расхода воздуха для выбранной программы согласно положения переключателя «Программы».
3. Двухпозиционный переключатель «Управления» - изменяет способ управления суммарным расходом воздуха: автоматический или ручной.
4. Двухпозиционный переключатель «Аварийная сигнализация» включает звуковую и световую сигнализацию сигнального столба. Если аварийная сигнализация выключена, то мигает красный сегмент сигнального столба.
5. Световые индикаторы «Авария» (красное свечение) сигнализируют об отключении параметра за пределы нормального рабочего состояния.

- Эти индикаторы работают всегда, независимо от положения переключателя «Аварийная сигнализация».
6. Индикаторы «Давления» показывают давления воздуха на входе в стенд в диапазоне от 0 до 6 атм. и в распределительном коллекторе в диапазоне от 0 до 1 атм.
 7. Индикаторы «Положения КРх» показывают степень открытия, соответствующего клапанов в диапазоне от 0 до 100% (0%-клапан закрыт, 100%- клапан открыт полностью)
 8. Индикатор «Температуры воздуха» показывает температуру воздуха в распределительном коллекторе в °С.
 9. Индикатор «Расход воздуха» показывают суммарный расход воздуха в распределительном коллекторе и в каждом рукаве.
 10. Индикаторы «Открыто» и «Закрыто» сигнализируют о крайних положениях соответствующих клапанов.
 11. Кнопка «Открыть» открывает соответствующий клапан. Если загорается индикатор «Открыто», то нажатие на кнопку игнорируется.
 12. Кнопка «Закрыть» закрывает соответствующий клапан. Если загорается индикатор «Закрыто», то нажатие на кнопку игнорируется.
 13. Автоматический выключатель «Сеть» отключает питание стенда.
 14. Автоматический выключатель «КРх» отключает питание от соответствующего клапана.

Режимы работы стенда

Режим ручного управления разрешает оператору управлять любым из клапанов с помощью соответствующих кнопок «Открыть» и «Закрыть». В этом режиме оператор самостоятельно выбирает суммарный расход воздуха и распределение его по рукавам.

Режим автоматического управления разрешает оператору управлять только клапанами КР3 и КР4. Клапан КР1 блокируется от случайного закрытия, а КР2 регулирует расход автоматически в зависимости от выбранной программы.

Режим настройки программы разрешает оператору управлять всеми клапанами. В этом режиме оператор должен выставить настраиваемую программу, потом подобрать нужный суммарный расход с помощью клапана КР2. Когда расход будет выбран необходимо перевести переключатель «Настройка программы» из положения «Вкл.» в положение «Выкл.». После чего значение расхода сохранятся в энергозависимой памяти контроллера. В дальнейшем при переходе в режим автоматического управления по настроенной программе контроллер будет поддерживать установленный суммарный расход воздуха.

Определение расхода воздуха по блокам

Для определения расходов воздуха в блоки, установить приемники давления на прямолинейный участок, непосредственно перед блоком в

середине прямолинейного участка, трубопроводов. Приемники давлений должны быть установлены на трубопроводах так, чтобы их трубки приема статического и динамического давлений были расположены по центру сечения трубопровода, строго параллельно оси трубопровода. Подсоединить к приемникам давлений дифференциальный манометр ДМЦ-013. Подсоединение к магистральным трубопроводам левого (правого) борта источник сжатого воздуха. Подать воздух в магистральные трубопроводы левого (правого) борта с расходом, соответствующим суммарному расходу охлаждаемого оборудования левого (правого) борта. Снять показания со всех приемников избыточного и статического давления. Зафиксировать барометрическое давление дня, при котором происходит распределение воздуха по блокам, и температуру подаваемого воздуха. Используя данные замеров избыточного и статического давления и температуры воздуха, подаваемого в систему охлаждения, произвести расчет расходов воздуха по отдельным блокам по формуле:

$$G=2320 \times F_{\text{тр}} \times \sqrt{\frac{P_{\text{д.з.}}(B+\Delta P_{\text{ст.}})}{T}} \text{ кг/ч,} \quad (1)$$

где $F_{\text{тр}}$ - площадь поперечного сечения трубы, в которой установлен приемник давлений, м^2 ;

$P_{\text{д.з.}}$ - замеренный динамический перепад давления, равный

$P_{\text{д.з.}} = P^* - P_{\text{ст.}}$, где P^* - полное давления, Н/м^2 (мм.вод.ст.);

B - барометрическое давление в момент снятия замеров, Н/м^2 (мм.вод.ст.);

$\Delta P_{\text{ст.}}$ - статический перепад давления, равный $\Delta P_{\text{ст.}} = P_{\text{ст.}} - B$,

Где, $P_{\text{ст.}}$ - замеренное статическое давление, Н/м^2 (мм.вод.ст.);

T - абсолютная температура (К), равная $T=273+t$,

Где t - температура подаваемого воздуха в $^{\circ}\text{C}$.

После окончания работ по распределению воздуха:

- сравить давление в системе охлаждения;
- отсоединить от магистральных трубопроводов источник сжатого воздуха;
- отсоединить от приемников давлений пьезометры (манометры);
- снять с трубопроводов или мерных вставок приемники давлений;
- отверстия на трубах от приемников давлений заварить, а на место сварки нанести соответствующие покрытия;

Библиографический список:

1. Глушицкий И. В. Охлаждение бортовой аппаратуры авиационной техники/ И. В. Глушицкий – М. : Машиностроение, 1987. – 184 с.
2. Науменко, В. И. Авиационные электрические машины с интенсивным охлаждением/ В. И. Науменко – М. : Машиностроение, 1977. – 128 с.
3. Барвинский А. П. Электрооборудование самолетов/ А. П. Барвинский – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.

УДК 629.7.048.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В
КОМПАКТНОМ ПЛАСТИНЧАТО-РЕБРСТОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Козлова В.С.

ttf_nstu@rambler.ru

Использование в системе кондиционирования (СКВ) самолета Ту-204 теплообменника-конденсатора для охлаждения сжатого воздуха (с целью конденсации и последующего удаления из него воды) за счет холодного воздуха с отрицательной температурой, выходящего из турбины приводит к ряду эксплуатационных проблем. Основная из них – обмерзание части теплообменной поверхности, приводящее к перекрытию живого сечения каналов, следовательно, росту сопротивления и падению расхода воздуха в СКВ. В основе проблемы лежат следующие причины. Во-первых, специфическое распределение полей температур теплообменной поверхности в КПРТ, когда значительная его часть имеет отрицательную температуру. Во-вторых, характерные тепломассообменные процессы в элементах подсистемы высадки влаги на высоком давлении. В горячем тракте конденсатора движется влажный воздух и происходит капельная конденсация влаги в каналах. В холодный тракт поступает влажный воздух из турбохолодильника, который наряду с отрицательной температурой несет в себе переохлажденный водный аэрозоль и крупные частицы снега и льда. Сочетание этих причин дополнительно нелинейным образом искажает распределение температуры теплообменной поверхности [1...4].

Целью настоящей работы было исследование особенностей процесса теплопередачи в компактном пластинчато-ребристом теплообменнике применительно к теплообменнику-конденсатору СКВ.

В работе представлены известные способы борьбы с обмерзанием, описание особенностей предложенной эксплуатационной оптимизации

теплообменника-конденсатора, а также результаты численного исследования и анализа получения теплообменника-конденсатора с заданным распределением температур теплообменной поверхности, препятствующим обмерзанию теплообменной поверхности.

Численный эксперимент выполнялся по описанной в [3] методике расчета КПРТ, учитывающей наличие тепломассообмена в обоих трактах теплообменника-конденсатора.

В первой серии численных экспериментов варьирование отношения термических сопротивлений RR задавалось с помощью компоновки теплообменной секции. Основная идея состояла в изменении скоростей теплоносителей – режимного фактора R_{Re} при фиксированных оребрениях (геометрическом факторе R_{ϕ}).

Во второй серии варьирование отношения термических сопротивлений RR задавалось с помощью параметров оребрения теплообменной секции (геометрического фактора R_{ϕ}) при фиксированных скоростях теплоносителей (режимном факторе R_{Re}).

В заключении работы выполнено сравнение влияния режимного и геометрического фактора на распределения температур в теплообменнике-конденсаторе, а также на изменение температуры теплообменной поверхности и площадь ее обмерзания.

Библиографический список:

1. Дьяченко Ю. В. Системы жизнеобеспечения летательных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 512 с. – (Учебники НГТУ).
2. Чичиндаев А. В. Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников. Часть 1. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов / А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 400 с. – (Учебники НГТУ).
3. Чичиндаев А. В. Особенности теплопередачи в компактном теплообменнике при фазовых переходах в теплоносителях / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 4. – С. 45-48.
4. Чичиндаев А. В. Особенности оптимизации теплообменника-конденсатора с противообледенительной системой / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2006. – № 1. – С. 3-6.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ МЕТОДЫ В ОКИСЛИТЕЛЬНОМ КАТАЛИЗЕ: ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ Br- АНИОНОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ Pt-ГПК В ОКИСЛЕНИИ ЦИКЛОГЕКСАНА

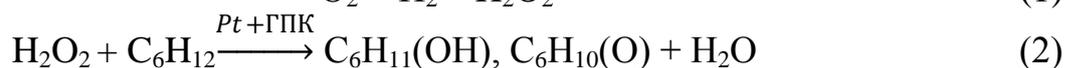
¹ Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск

² Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Колентионок С.В.², Кузнецова Л.И.¹, Кузнецова Н.И.¹
niwer12345@gmail.ru

Каталитические процессы окисления имеют большое значение при переработке углеводородов нефти и природного газа в ценные химические соединения. Основная трудность в проведении этих реакций состоит в инертности С-Н связей насыщенных углеводородов. Такие процессы предполагают использование в качестве окислителей агрессивных и токсичных соединений хлора, хрома и других металлов, что приводит к образованию большого количества вредных отходов. Молекулярный кислород является экологически чистым окислителем, но для его активации необходима высокая температура (~ 300 ... 800 °С), что в конечном счете приводит к неселективному окислению углеводородов до СО и СО₂.

Для использования О₂ при низкой температуре необходима химическая активация кислорода. Одним из способов активации является восстановительная активация молекулы О₂ со-восстановителем водородом, предположительно, с образованием перекиси водорода [1]. В жидкофазных системах, построенных по такому принципу, протекают следующие реакции



В данной работе изучались закономерности реакции окисления насыщенных углеводородов смесью газов Н₂-О₂ на примере модельного субстрата циклогексана. Реакция проводилась в присутствии нанесенного на углерод платинового катализатора 5% Pt/С и гетерополикислоты Н₃РМо₁₂О₄₀ в среде полярного растворителя ацетонитрила при 35 °С. Задача работы состояла в повышении эффективности расходования со-восстановителя водорода. Для этого было изучено влияние модифицирующих добавок ионных жидкостей (ИЖ) BuMImBF₄, BuMImBr (BuMIm⁺ – бутилметилимидазолий катион) и Bu₄NBr на выход продуктов реакции циклогексанона и циклогексанола и эффективность расходования водорода.

Было обнаружено, что добавление ионной жидкости BuMImBF₄ не привело к большим изменениям скорости и селективности процесса (рис. 1).

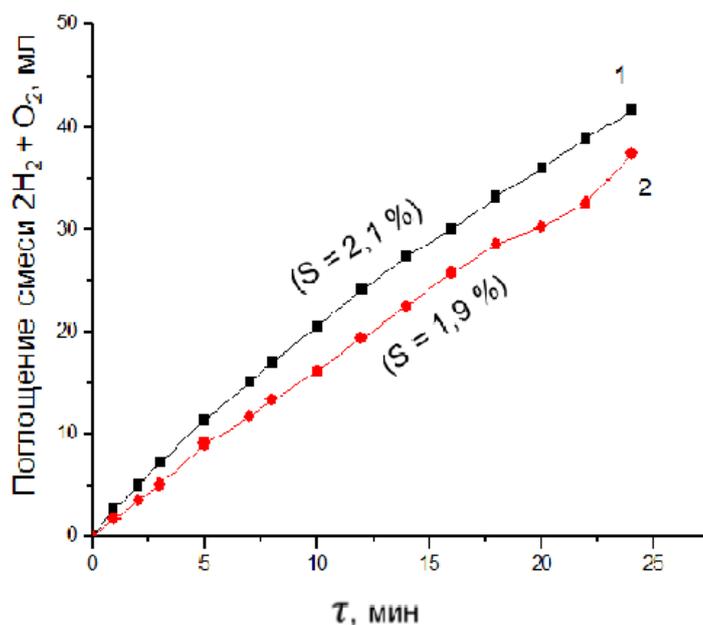


Рис. 1. Влияние ионной жидкости BuMImBF₄ на скорость поглощения смеси H₂-O₂.

1 – без ИЖ, 2 – при добавлении BuMImBF₄

Условия: 20 мг 5%Pt/C, 20 мг H₃PtMo₁₂O₄₀, 2 мл CH₃CN, 0,2 мл C₆H₁₂, 35°C.

В этих же условиях добавление бромидных ионных жидкостей приводило к понижению скорости поглощения газовой смеси H₂-O₂, при этом скорость окисления циклогексана не уменьшалась.

Анализ влияния бромидных ИЖ на эффективность расходования H₂ (величина S на рисунке 2) показал, что присутствие оптимальных количеств Bu₄NBr и BMImBr подавляет непроизводительную реакцию расходования смеси H₂-O₂ на образование воды и увеличивает эффективность расходования на образование целевых продуктов окисления циклогексана.

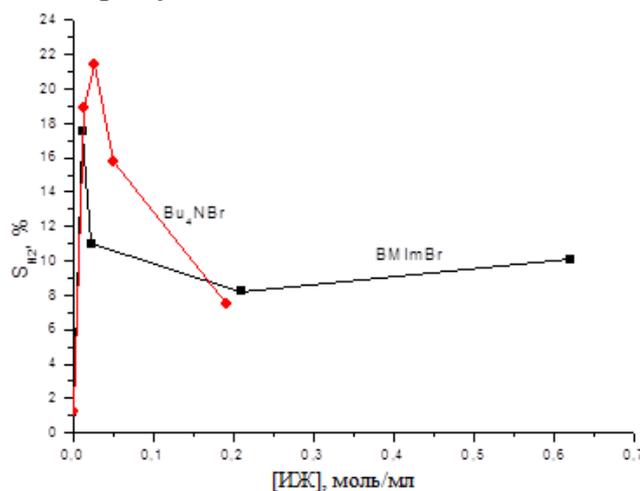
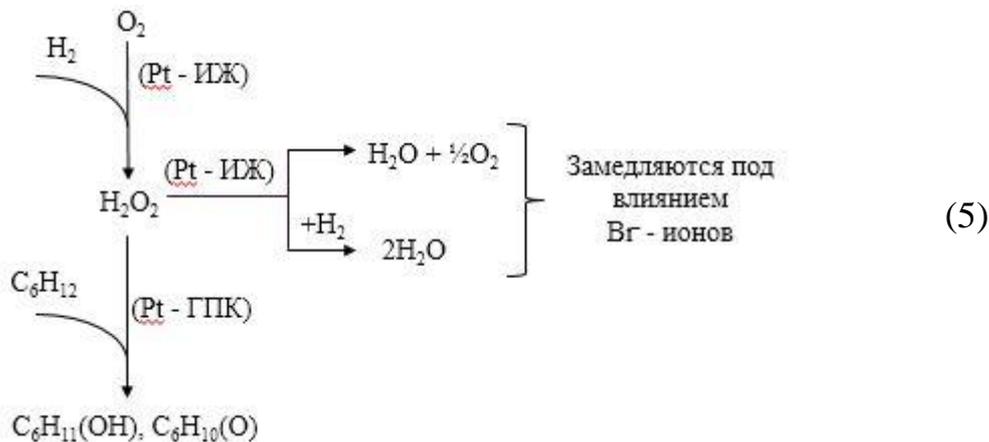


Рис.2 . Зависимость эффективности расходования водорода от концентрации бромидных ионных жидкостей.

Аналогичный эффект ионных жидкостей был ранее обнаружен для реакции синтеза перекиси водорода из смеси H_2-O_2 [2]. Эта аналогия согласуется с нашим представлением о том, что перекись водорода является промежуточным соединением в реакции окисления циклогексана.

Таким образом, протекающие в изучаемой системе реакции можно представить следующей схемой:



Молекулярный кислород, адсорбируясь на платине, восстанавливается водородом до перекиси водорода, которая в дальнейшем окисляет циклогексан. Побочные реакции разложения перекиси на воду и кислород и восстановления ее до воды замедляются адсорбированными на платине Вг-анионами.

Библиографический список:

1. Кириллова Н.В., Кузнецова Н.И., Кузнецова Л.И., Лихолобов В.А. Известия АН, Серия химическая, № 6. -2002. – С. 894.
2. Chouldary Vasant R., Samanta Chanchal. Joun. Catal., 2006, 238, 28.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ, ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ,
ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ МЕГАПОЛИСА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА
НОВОСИБИРСКА) ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ (БУТИЛИРОВАННОЙ, ИЗ
ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ) В СЛУЧАЯХ
КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ,
СВЯЗАННЫХ С НАРУШЕНИЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Новосибирский Государственный технический университет, г.Новосибирск
Колмагорова А.Ю., Илюшов Н.Я.
SashkQ@mail.ru

Данная работа будет детально разрабатывать последовательность действий при доставке и раздаче воды населению. В ней будет рассчитано потребное количество воды, описано, откуда эта вода будет взята и как доставлена до населения. Будет предложен план по организации обеспечения водой с расчетом сил и средств и указанием должностных лиц, отвечающих за обеспечение водой населения. Также будет описано финансовое и материальное обеспечение доставки воды и учет расхода и потребления воды, сформированы проекты правовых и нормативных документов, регламентирующих обеспечение населения водой. Кроме того, будет рассмотрено соблюдение санитарных норм и правил и организация информирования населения.

Территория города 506,67 км², численность населения - 1567087 чел[2].

В обычное время в г. Новосибирск действуют 3 водозабора: НФС-1, НФС-3 и НФС-5 общей производительностью 900 тыс. куб.м/сутки.

На время ЧС одного здорового человека нужно обеспечить 31 литром воды в сутки, больного - 36,5 литрами воды в сутки [1]. Общее требуемое количество воды – 48707,19 куб.м/сут.

Резерв воды в 25 резервуарах на НФС: 175,5 тыс. куб.м воды, в водоводах – 60 тыс. куб.м. В Новосибирске 51 скважина питьевой воды, 125 скважин на крупных предприятиях, имеется около 800 скважин в частном секторе. Общий подъем воды – 88564 куб.м/сут. Действуют еще 13 компаний по доставке бутилированной воды.

Необходимое количество машин для развозки бутилированной воды в ПЭТ упаковках - 23, для развоза воды на разлив – 1601.

Для развоза ПЭТ-продукции машин достаточно. У компаний, доставляющих питьевую воду, существуют свои автопарки. Кроме того, в Новосибирске действует 873 транспортные компании по городским грузоперевозкам. Есть 150 единиц техники пожарной службы (для подвоза и раздачи воды будут задействованы 30-40%), 2 компании, имеющих водовозы. Не хватает машин для подвоза и разлива воды. Изыскиваются альтернативные варианты доставки воды до мест раздачи.

Для подвоза воды предлагаются школы и детские сады. Они относительно

равномерно распределены по городу и имеют удобные подъездные площадки.

В дальнейшем будут дополнены рассмотренные темы и описаны темы организации, финансирования и др., спроектированы правовые и нормативные документы.

Библиографический список:

1. ГОСТ 22.3.006-87 В "Система стандартов гражданской обороны СССР. Нормы водообеспечения населения";
2. Официальная статистика [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики, 1999 - 2015– режим: novosibstat.gks

УДК 621.789

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Компанец О.А.

kompanetsolga@mail.ru

Получение отверстий высокой точности с малой микрогеометрией является важной задачей, которая может быть достигнута различными методами обработки.

В данной статье рассматривается поверхностное пластическое деформирование ультразвуковым инструментом отверстия малого диаметра (≤ 10 мм) и высокой точности (6-8 квалитет).

Методы механической обработки делятся на 3 класса:

- 1) Лезвийная обработка металлическими инструментами;
- 2) Абразивная обработка абразивными инструментами или порошками;
- 3) Обработка без снятия стружки путём поверхностного пластического деформирования.

Сущность лезвийного метода обработки заключается в срезании более твёрдым и прочным режущим клином инструмента менее твёрдого и прочного материала обрабатываемой заготовки. Лезвийные методы имеют высокую производительность, но не всегда обеспечивают необходимое сочетание физико-механических и геометрических характеристик

поверхностного слоя отверстия.

Абразивная обработка представляет собой процесс резания при помощи абразивного инструмента, режущим элементом которого являются зёрна абразивных материалов. Причём зёрна могут иметь различную форму и размеры. Абразивная обработка не заменима на операциях резки металлов высокой прочности и в закалённом состоянии. Но эта обработка имеет ряд недостатков: в результате перегрева детали в процессе резания могут появиться прижоги и микротрещины; в некоторых случаях образуются зоны вторичной закалки, под которыми располагаются слои отпущенного металла; при обработке происходит шаржирование (насыщение поверхности материала абразивными материалами). Все эти факторы снижают эксплуатационные свойства поверхности

Поверхностное пластическое деформирование – это обработка давлением, при которой пластически деформируется только поверхностный слой детали. В качестве деформирующих тел используют ролики, шарики, дробь и т.д., которые взаимодействуют с обрабатываемой поверхностью по схемам: качения, скольжения или внедрения. Целью обработки ППД является: уменьшение шероховатости поверхности; деформационное упрочнение и изменение структуры материала поверхностного слоя, создание в нём сжимающих остаточных напряжений; образование определённой макро-и(или) микрогеометрической формы поверхности. Обработка ППД имеет ряд преимуществ: -сохраняется целостность волокон металла и образуется мелкозернистая структура-текстура в поверхностном слое; -отсутствует шаржирование обрабатываемой поверхности; -возможна обработка как пластичных металлов, так и закалённых сталей; -высота микронеровностей уменьшается за один рабочий ход в несколько раз; -в поверхностном слое создаются благоприятные остаточные напряжения сжатия и т.д. В результате при использовании ППД резко повышаются такие показатели качества, как сопротивление усталости, износостойкость, контактная выносливость и др. Но способы упрочнения поверхностной пластической деформации имеют и свои недостатки. Требуется сравнительно большое контактное давление, что может вызвать отклонения от цилиндричности поверхности, появление конусности и иные дефекты. Отклонение от геометрически заданной формы поверхности при поверхностной пластической деформации не исправляется, а копируется. Так как метод ППД является финишной операцией, то из этого следует, что геометрическую точность нужно получить на предыдущих операциях.

При обработке отверстий могут применяться такие методы ППД как: накатывание, калибрование отверстий, алмазное выглаживание и ультразвуковая обработка.

Накатывание. В соответствии с ГОСТ 18296 ППД при качении инструмента по поверхности деформируемого материала называется накатыванием (рис. 1). Недостаток этого метода в том, что из-за конструкции инструмента невозможно обработать отверстия малого диаметра.

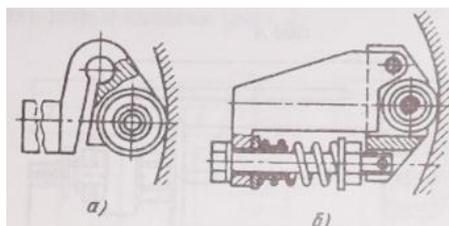


Рис. 1. Однорولیковые приспособления для раскатывания отверстий:
а – с пружиной корпусом; б – с роликом, установленным на рычаге.

Калибрование отверстий (деформирующее протягивание, дорнование). Сущность метода состоит в проталкивании через отверстие шарика или специальной оправки (дорна) соответствующего диаметра с целью снижения шероховатости и уплотнения верхнего слоя металла при незначительном увеличении размера обрабатываемого отверстия.

Обработка шариками не обеспечивает оптимальных условий деформирования – элементы имеют малую размерную стойкость. Однако шарики применяют ввиду простоты процесса обработки и возможностью его автоматизации. В зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия и выполняемой операции применяют оправки с одним или несколькими деформирующими элементами, цельные или сборные.

При $l/d \leq 7$, где l – длина отверстия и d – его диаметр, детали обрабатывают методом прошивания (рис. 2), а при $l/d > 7$ – методом протягивания. Глухие отверстия обрабатывают при возвратно-поступательном движении оправки. Различают обработку со сжатием и с растяжением. Наиболее часто ведут обработку со сжатием. При обработке с растяжением тонкостенных цилиндров при $l/d > 4$ получают меньшие отклонения от прямолинейности поверхностей детали, чем при обработке со сжатием. Инструментом для обработки служат оправки.

К недостаткам дорнования относятся: -отверстие обрабатывается с натягом, следовательно партию деталей нельзя обрабатывать одним инструментом, потому что будет меняться величина натяга, поэтому размеры отверстий будут различны, а изготавливать под каждое отверстие свой инструмент нецелесообразно; - необходимость применения специализированного пневмогидравлического механизированного инструмента; -появление корсетности и, как следствие, снижение точности.

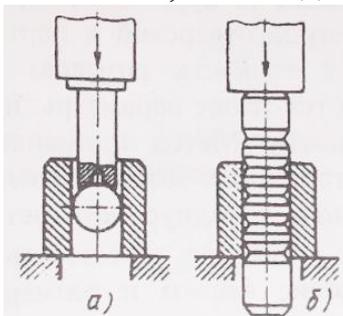


Рис. 2. Схемы обработки отверстий:
а и б – прошиванием с помощью шарика и оправки.

Алмазное выглаживание. Поверхностное упрочнение и снижение шероховатости обрабатываемой поверхности методом выглаживания закруглённым сверхтвёрдым наконечником, прижатым со сравнительно небольшим усилием к обрабатываемой детали. В процессе выглаживания поверхностей в месте контакта деформирующего элемента и обрабатываемой детали возникают значительные контактные напряжения. При определённом усилии выглаживания происходит пластическая деформация поверхностного слоя, в результате чего снимаются микронеровности и изменяются физико-механические свойства поверхностного слоя (рис. 3). Параметры этого метода позволяют обрабатывать рассматриваемый класс деталей.

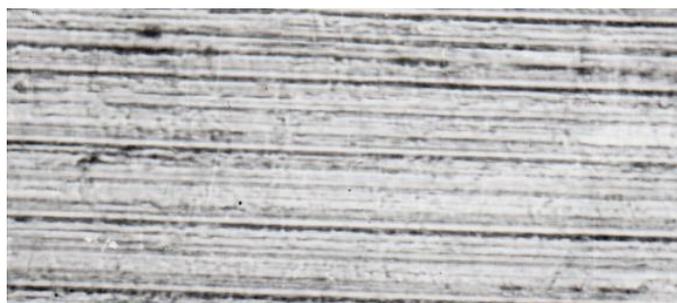


Рис. 3. Микрорельеф после алмазного выглаживания

Упрочняющая обработка ультразвуковым инструментом (УЗО). Это метод ППД, когда на деформирующий инструмент сообщаются колебания с ультразвуковой частотой. Благодаря сложному характеру взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью, метод позволяет обрабатывать широкий класс материалов в сыром и термообработанном состоянии.

При ультразвуковом упрочнении (УЗУ) инструмент под действием статической и ударной силы, создаваемой колебательной системой, пластически деформирует поверхностный слой обрабатываемой детали импульсно, с большой интенсивностью колебаний.

Для ультразвукового упрочнения внутренней поверхности применяют специальный инструмент - волновод.

При ультразвуковом упрочнении рабочая часть инструмента выполнена из твёрдосплавного материала (типа ВК или БРС).

Применительно к отверстиям малого диаметра возможно использование инструментов – волноводов, совершающих как продольные (рис. 4, а), так и изгибные колебания (рис. 4, б). Что существенно расширяет технологические возможности метода с точки зрения варьирования физико-механического и геометрического состояния поверхностного слоя отверстий.

Обработка по способу копирования позволяет достигать стабильности показателей качества поверхностного слоя независимо от действительного размера отверстий в партии.

Применение УЗУ для обработки отверстий: опыты показали, что при обработке отверстий $\varnothing 5_{+0,004}^{+0,016}$ мм из стали 14X17H2 (ГОСТ 5632 – 72) УЗУ формирует регулярный микрорельеф с Ra 0,16 мкм (рис. 5), повышает микротвёрдость поверхности на 20%, формирует остаточные сжимающие

напряжения без ухудшения точности размеров и формы, полученных на предыдущей обработке.

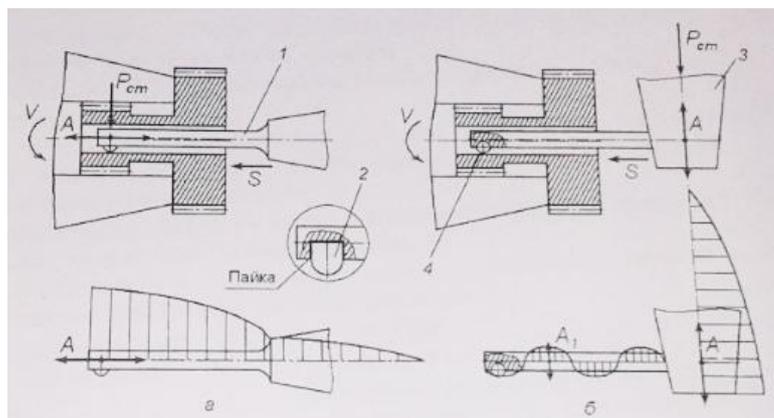


Рис. 4. Схемы выглаживания с наложением ультразвуковых колебаний на деформатор: а – осевых; б – изгибных

1 – волновод продольных колебаний; 2 – деформатор; 3 – волновод продольно-изгибных колебаний; 4 – деформатор-шарик.

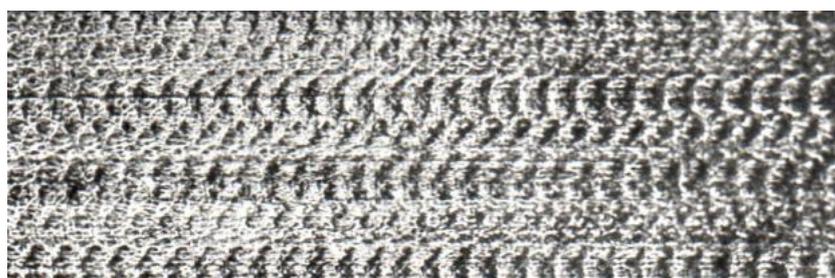


Рис. 5. Микрорельеф после УЗУ

Библиографический список:

1. Солоненко О.П., Алхимов А.П., Рахимянов Х.М. и др. Высокоэнергетические процессы обработки материалов. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. – 2000. – 425 с.
2. Рахимянов Х.М., Никитин Ю.В., Исупов А.В. Прогнозирование состояния материала в очаге деформации при ультразвуковом поверхностном пластическом деформировании // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005. - №4. – С. 41 – 46.
3. Рахимянов Х.М., Семёнова Ю.С. Влияние условий обработки при ультразвуковом деформировании пластичных материалов на стабильность формирования макрогеометрии поверхности // Инновации в машиностроении: сборник трудов 2-ой Международной научно – практической конференции. Под редакцией Блюменштейна. – Кемерово. – 2011. – С. 419 – 424.

УДК 621.9.048

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА ДЕТАЛИ «ЦАНГА»

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Кондаков А.И.

kondakov93@yandex.ru

Выбор технологии маркировки имеет не маловажную роль в машиностроении, в зависимости от материала и его свойств, параметров маркируемой поверхности, выбор подходящего метода маркировки позволяет получить партию без брака.

Введение

В технологический процесс входит не только обработки заготовки до ее превращения в готовую деталь, нанесение защитного покрытия, контроль, но и маркировка — нанесение условных знаков, букв, цифр, графических знаков или надписей на объект, с целью его дальнейшей идентификации (узнавания), указания его свойств и характеристик. Выбор метода проведем на примере детали «Цанга» (рис.3).

Выбирать метод маркировки будет исходя из:

- качество нанесение маркировки(стойкость, хорошая читаемость)
- стоимости оборудования
- износа инструмента
- трудоемкости
- производительность
- особенности детали (тонкостенность маркируемой поверхности)

Рассмотрим наиболее распространенные технологии маркировки металла, преимущества и недостатки этих методов.

Лазерная маркировка – процесс, при котором изображение формируется и наносится лазерным лучом, который выжигает поверхностный слой предмета. Метод имеет главный недостаток высокая стоимость оборудования, соответственно не подходит по заданным критериям выбора, не смотря на свои преимущества: отсутствие механического воздействия на материал, высокая скорость маркировки, отсутствие расходных материалов для маркировки. Результаты использования керамических изделий представлены в работе [1].

Механическая маркировка-осуществляемая на поверхности ударом металлического клейма или штампа на механическом прессе. Данный метод исключаем, ввиду тонких стенок детали, чтобы исключить брак в партии. Принципиально метод прост и хорош, так как нанесенная маркировка при помощи штамповки представляет собой единое целое с металлоизделием, ее невозможно поменять (как этикетку или бирку) или смыть, быстрое нанесение.

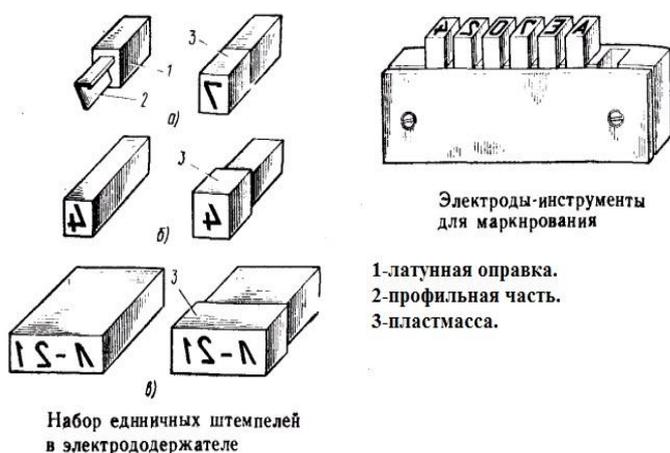
Электроискровой способ маркировки основан на расплавлении и испарении микропорций металла под воздействием импульсов электрического тока, проходящих в канале разряда между поверхностью изделия (смоченной жидкой средой) и электродом-инструментом. Данным методом возможно маркировать тонкостенные детали, однако он уступает всем остальным по производительности, износу инструмента - электрода.

Электрохимическая маркировка [2] данный метод заключается в анодном растворении металла при прохождении эл. тока от электрода к изделию через слой электролита, или прокладку, смоченную электролитом с наложенным диэлектрическим трафаретом. Очень хорош в использовании применимо к рассмотренной детали, так и другим типам детали, имеет преимущества по всем показателям:

- простота, высокая производительность
- низкая стоимость
- отсутствие деформаций
- надежность оборудования

Рассмотрим выбранный метод, установку и процесс маркировки подробно.

Особенности метода



Такой способ маркирования применяется в серийном и массовом производстве.

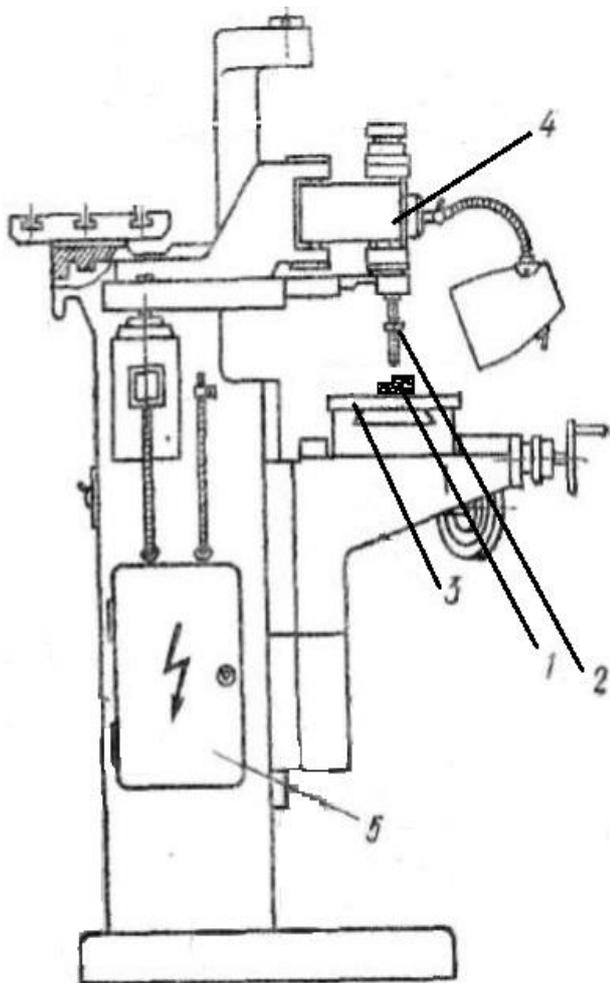
Штемпель с профильной активной частью. Формы и размеры активной части соответствуют форме и размерам маркируемых элементов, выполненных в зеркальном виде. Главное преимущество - нет необходимости изготавливать

большое число трафаретов.

Рис. 1. Инструменты для маркировки[2]

Материал—латунная лента нужной толщины, эту часть припаивают к латунной оправке, с помощью оправки инструмент закрепляют в электродержателе. После пайки активной части ее заливают пластмассой. Выполняется с помощью металлических обжимов, фиксируются по отправке инструмента, крепят между собой планкой, полость заливают пластмассой.

Для электрохимического маркирования деталей из инструментальных сталей в качестве электролита применяют 10–20%-ный раствор азотнокислого калия, а для твердых сплавов используют 5 – 10%-ный раствор кальцинированной соды. Количество приготавливаемого раствора принимают из расчета, что 1 л его обеспечивает нанесение около 20 тыс. знаков.



Последовательность маркировки на примере станка 636 [4]:

1. Маркируемую деталь устанавливают на контактную плиту.
2. Штемпель с профильной активной частью с требуемыми для маркировки знаками.
3. Деталь с контактной плитой присоединяют к положительному полюсу установки.
4. К отрицательному полюсу маркировочный штемпель, который имеет специальную обкладку из сукна, войлока, пропитываемого при обработке электролитом. Подача электролита 1-2 м/с.
5. При легком нажиме штемпеля на маркируемую деталь электролит из прокладки поступает по активной части трафарета, образуя местную электролитическую ванну.
6. Включается ток и металл на поверхности детали растворяется в открытых местах трафарета. [3]

Рис. 2. Станок модели 636 [4]

1 – маркируемая деталь, 2 - электрод–катод, 3 – ванна с электролитом-анод, 4 - суппорт вертикального перемещения, 5 - источник тока

Напряжение на электродах назначим по стали 45 в пределах 6 – 8 В.

Время маркирования определяют визуально, обычно составляет 0,3 – 1,2 с. Для получения четкого изображения отклонение от плоскости этой поверхности не должно превышать 10 – 20 мкм, а шероховатость по Ra – 2,5 мкм.

Перед маркированием поверхность детали необходимо тщательно обезжирить тампоном, смоченным в бензине.

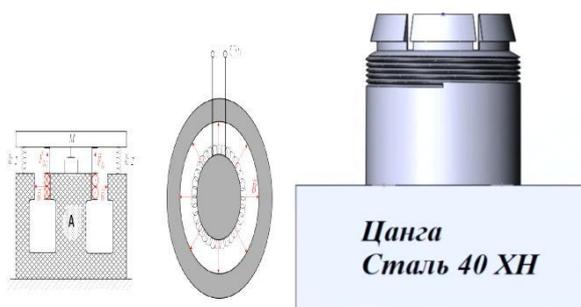


Рис.3 Маркируемая деталь Цанга

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Гаар Н.П., Белоусова Н.С., Журавлев А.И., Локтионов А.А. Маркировка медицинских керамических изделий для имплантирования // Инновации в машиностроении: труды 4-ой Международной научно-практической конференции г. Новосибирск, 2-4 октября 2013 / под ред. Х.М. Рахимьянова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – С.44-47.
2. Байсупов И.А. Электрохимическая обработка металлов // Учеб. для СПТУ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 184 с
3. Смоленцев В.П., Смоленцев Г.П., Садыков З.Б. Электрохимическое маркирование деталей // М.: Машиностроение, 1983. - 72с.
4. Кучер А.М. Киватицкий М.М. Покровский А.А. Металлорежущие станки // М.: Машиностроение, 1972.- 308 с.

УДК 343.3/7

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В
СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Конкин В.С.

Научно-технический прогресс, развитие техники и технологии, с одной стороны, и старение парка технических средств в России - с другой, придают новое звучание вопросам обеспечения безопасности и ответственности за нарушение требований соответствующих правил и регламентов. Проблема ответственности за неисполнение требований по обеспечению транспортной безопасности, несоответствие требованиям пожарной безопасности на предприятии представляются сегодня особенно актуальными в связи с целым

рядом трагедий в этих областях. Рассмотрим каждую из проблем в отдельности.

В 2010 г. принят Федеральный закон, установивший уголовную ответственность за нарушение правил безопасности движения и эксплуатации на транспорте, а именно за неисполнение гражданами, должностными и юридическими лицами требований по обеспечению транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры и на транспортных средствах (ст. 263.1 УК РФ). Благодаря данному нормативно – правовому акту граждане, должностные и юридические лица стали более внимательно относиться к правилам, зная, что теперь предусмотрена законодательством не только административная, но и уголовная норма.

Не многим предпринимателям известно, что статьей 143 Уголовного Кодекса России предусматривается наказание за нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью или смерть человека.

Это могут быть как лица, на которых в силу их служебного положения или по специальному распоряжению непосредственно возложена обязанность обеспечивать соблюдение правил охраны труда на определенном участке работ, так и руководители предприятий и их заместители, главные специалисты организаций, в том случае если они не приняли мер к устранению заведомо известного им нарушения правил охраны труда и техники безопасности либо дали указания, нарушающие требования нормативных документов по охране труда.

Таким образом, виновным будет должностное лицо, на кого возложены обязанности по соблюдению правил охраны труда. Если таковых нет, то ответственность несет руководитель предприятия. Как показывает практика, в большинстве случаев при расследование несчастного случая на предприятии с участием инспекторов федеральных органов исполнительной власти помимо осмотра места происшествия, так же проводится проверка локальных нормативных актов по охране труда.

В уголовном кодексе РФ предусмотрены и другие виды ответственности:

За нарушение правил безопасности на объектах атомной энергетики (статья. 215 УК РФ);

Легковоспламеняющихся веществ и пиротехнических изделий (статья 218 УК РФ);

Нарушение правил безопасности при ведении горных, строительных или иных работ (ст. 216 УК РФ);

Нарушение правил пожарной безопасности (статья 219 УК РФ);

Прекращение или ограничение подачи электрической энергии либо отключение от других источников жизнеобеспечения (статья 215.1 УК РФ);

Нарушение правил безопасности на взрывоопасных объектах (статья 217 УК РФ).

Проблема нарушения правил пожарной безопасности была, есть и остается

актуальной и на сегодняшний день. В соответствии с ТКРФ правила и требования к пожарной безопасности должны быть абсолютно на каждом предприятии, в каждой организации, но, к сожалению, не все данное условие соблюдают. А не соблюдение норм, установленных в законе, влечет к привлечению к ответственности, мы рассматриваем именно уголовную.

Уголовная ответственность наступает по решению суда. За преступления в области пожарной безопасности предусмотрены следующие статьи Уголовного кодекса РФ:

Статья 167. Умышленное уничтожение или повреждение имущества

1. Умышленное уничтожение или повреждение чужого имущества, если эти деяния повлекли причинение значительного материального ущерба, - наказываются штрафом в размере до сорока тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех месяцев, либо обязательными работами на срок от ста до ста восьмидесяти часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок до трех месяцев, либо лишением свободы на срок до двух лет.

2. Те же деяния, совершенные из хулиганских побуждений, путем поджога, взрыва или иным общеопасным способом, либо повлекшие по неосторожности смерть человека или иные тяжкие последствия, - наказываются лишением свободы на срок до пяти лет.

Статья 168. Уничтожение или повреждение имущества по неосторожности

Уничтожение или повреждение чужого имущества в крупном размере, совершенные путем неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности, - наказываются штрафом в размере до ста двадцати тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до одного года, либо исправительными работами на срок от одного года до двух лет, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо лишением свободы на срок до одного года.

Статья 219. Нарушение правил пожарной безопасности

1. Нарушение правил пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала обязанность по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека, - наказываются штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

2. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, - наказываются ограничением свободы на срок до пяти лет или лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Деяние, предусмотренные частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, - наказывается лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что законодательство тщательно регламентирует вопросы, касающиеся сферы транспортной и пожарной безопасности предприятий. Предусматривает ответственность за нарушение соответствующих требований. Поэтому не правильно будет сказать о том, что нужно ужесточать меры ответственности, повышать наказание. Правильно будет сказать, что данные требования, установленные законодательством, нужно соблюдать, тогда и только тогда, мы сможем предотвратить ту опасность, которая наступает за несоответствие нормам нормативно – правовых актов.

Библиографический список:

1. Уголовный Кодекс Российской Федерации
2. Федеральный закон от 27.07.2010 N 195-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с обеспечением транспортной безопасности"
3. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности"
4. Ссылка: <http://www.center-bereg.ru/k889.html>

УДК 343.98/343.712.5

МЕТОДИКА РАССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПРОНОСОМ ЗАПРЕЩЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ НА ВОЗДУШНОЕ СУДНО

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Коровин Н. К., Михайлюк А. С.

knk3746@mail.ru

Противоправные действия, связанные с проносом запрещенных предметов на воздушное судно, а также их возможное использование может повлечь различные тяжкие последствия, уголовно наказуемые в соответствии со статьями 205, 206, 211, 213, 222, 228, 263 УК РФ, при этом с использованием оружия, пронесенное на воздушное судно, совершаются различные тяжкие виды преступлений, такие как террористические акты, бандитизм, убийства, разбои, вымогательства и другие преступления [1, ст. 205, 206, 211, 213, 222,

228, 263].

В соответствии с Приложением № 1 Правил проведения предполетного и послеполетного досмотров, утвержденных приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 25 июля 2007 г. №104 запрещено провозить на борту воздушного судна пассажирами в зарегистрированном багаже и в вещах, находящихся при пассажирах, следующие опасные вещества и предметы: намагниченные вещества; взрывчатые вещества и оружие (фейерверки, сигнальные ракеты и т.д.); ядовитые и отравляющие вещества (материалы с живыми вирусами и т.д.); легковоспламеняющиеся жидкости (краски, растворители и т.д.); воспламеняющиеся твердые вещества; радиоактивные материалы и вещества; сжатые и сжиженные газы (газы для газовых горелок, жидкий азот и т.д.); окисляющие вещества и органические перекиси; токсичные вещества (средства от насекомых, гербициды и т.д.); едкие и коррозирующие вещества [4].

В целях предотвращения тяжких последствий, связанных с незаконным проносом запрещенных предметов на воздушное судно, проводятся различные мероприятия по обеспечению общественной безопасности, а это:

- профилактическая и агитационная работа с использованием средств оповещения в здании аэровокзала, а также на сайтах авиакомпаний по информированию пассажиров о предметах, запрещенных к проносу на борт авиалайнера;

- использование рентгенотелевизионной установки и досмотровой службы по проверке ручной клади гражданина при входе в здание аэровокзала и предполетной регистрации;

- целесообразно использование камер видеонаблюдения в целях получения отображений, которые обеспечивают точность и объективность запечатления, и возможность проверки соответствия информации, полученной с их помощью, реальным фактам [5, 52];

- при получении оперативной информации оперативными сотрудниками в специальном боксе аэровокзала может проводиться предполетный досмотр вещей, ручной клади и багажа на предмет выявления предметов, запрещенных к проносу на борт авиалайнера с использованием специальных средств и служебно-розыскных собак [3];

- в соответствии со ст. 88 и ст. 89 УПК РФ необходимо учитывать, чтобы результаты оперативно-розыскной деятельности отвечали требованиям, предъявляемые к доказательствам УПК РФ [2, ст. 88, 89].

Однако по различным причинам, связанных с тщательной маскировкой, разборкой на мелкие составляющие элементы, подделкой документов, использованием отвлекающих приемов, проникновением в охраняемые зоны аэропортов и на борт воздушного судна, подкуп членов экипажа и сотрудников аэропорта и другие способы, имеются случаи, когда запрещенные предметы, все - таки, получается пронести на воздушное судно, что с одной стороны угрожает безопасности полета, а с другой способствует совершению иных тяжких преступных деяний.

Раскрытие и расследование преступлений связанных с проносом запрещенных предметов на воздушное судно обеспечивается разработкой и использованием частной криминалистической методики [6], в которую предлагается включить:

- комплексную характеристику преступления, элементами которой являются социальная, уголовно-правовая, уголовно-процессуальная, криминалистическая и криминологическая характеристики конкретного вида преступлений, при этом главное изучить характеристику преступника, способ совершения преступления, время, место, обстановку, характерные следы, важным является понять умысел преступления, с целью выдвижения и проверки наиболее вероятной криминалистической версии в целях поиска преступника;

- программу расследования на первоначальном этапе расследования, имеющую главную задачу по установлению, розыску и задержанию подозреваемого, состоящую из: осмотра места преступления; допроса свидетелей и очевидцев; проведения оперативно-розыскных мероприятий, включающих составление списка и опроса пассажиров и сотрудников авиакомпаний, наблюдение, изъятие видеoinформации с камер видеонаблюдения, обследование воздушного судна и помещений аэровокзала, проверку по криминалистическим учетам по способу совершения преступлений, алфавитному учету, установление адреса места жительства и задержание;

- программу расследования на последующем этапе, имеющую основную задачу по доказыванию вины подозреваемого, в которую следует включить: личный и по месту жительства обыск; допрос подозреваемого; осмотр оружия, его частей, заготовок, инструментов и других предметов, запрещенных к проносу на воздушное судно; предъявление предметов для опознания; получение образцов для сравнительного исследования; назначение и проведение экспертиз.

Успешное расследование преступлений, связанных с проносом запрещенных предметов на воздушное судно обеспечивается наряду с эффективным проведением профилактических мер по предупреждению преступных деяний, использованием предлагаемой частной криминалистической методики, состоящей из криминалистической характеристики, программ расследования на первоначальном и последующем этапах, включающих оперативно-розыскные мероприятия и неотложные следственные действия с использованием современных научно-технических средств.

Библиографический список:

1. Уголовный кодекс Российской Федерации. – Новосибирск: Норматика, 2013. – 203 с.

2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации. – Новосибирск: Норматика, 2013. – 255 с.

3. Федеральный закон от 12 августа 1995 г. № 144-ФЗ "Об оперативно-розыскной деятельности". Гарант. Информационно-правовой портал. <http://base.garant.ru/10104229/>

4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 25 июля 2007 г. № 104 "Об утверждении Правил проведения предполетного и послеполетного досмотров" // Российская газета. - Федеральный выпуск №4443. 2015. - 17 авг.

5. Коровин Н.К. Тактика применения криминалистической видеозаписи при расследовании преступлений в сфере интеллектуальной собственности. Биржа интеллектуальной собственности. 2010. Т. 9. № 7. С. 50-52.

6. Криминалистика: учебник / отв. ред. Н.П. Яблоков. – М.: Юристъ, 2005. – 781 с.

УДК 621.45.023:504

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ОТ ДВИГАТЕЛЕЙ САМОЛЕТОВ С УЧЕТОМ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

² Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
СО РАН, г. Новосибирск

Коротаева Т.А.^{1,2}, Турчинович А.О.¹
golubevaa@ngs.ru

За последние несколько десятилетий в транспортной сфере существенно укрепилась роль авиации. Это приводит к изменению экологического фона как атмосферы в целом, так и в значительно большей степени ее приземного слоя над территориями аэропортов, аэродромов и прилегающих к ним землям, как наиболее подверженным влиянию выхлопных газов. Загрязнение продуктами сгорания происходит на всех режимах взлетно-посадочного цикла (ВПЦ), включающего в себя этапы: руления, взлета, набора высоты, захода на посадку, посадку, руление после посадки [1], а также этап проверки работоспособности двигателей.

Для защиты населения от негативного влияния выхлопных газов требуется устанавливать санитарно-защитные зоны, размер которых основывается на данных расчета уровня загрязнения с учетом типов воздушных судов, принимаемых аэропортом (аэродромом) [2]. Поскольку при движении самолета выделяют несколько этапов, то расчет должен основываться на анализе концентраций, полученных при каждом этапе. Режимы работы двигателей, образующих стандартный ВПЦ, можно описать моделью распространения химически пассивных веществ за счет диффузии и переноса

воздушными массами от движущегося источника. Предложенный подход подробно изложен в работе [3]. Иной процесс происходит при гонке двигателей, когда осуществляется запуск силовых установок на всех режимах тяги в строго отведенное время (индивидуальное для различных типов двигателя) на специальных площадках, оборудованных газоотбойником. Наличие преграды на пути выхлопным струям значительно усложняет возможность применения представленной выше модели распространения загрязняющих веществ. Поэтому для анализа данного этапа предложено моделирование процесса гонки (с учетом химических реакций продуктов сгорания авиатоплива с воздухом) с помощью пакета программ ANSYSFLUENT, который позволяет моделировать сложные газодинамические течения смесей с учетом химических реакций. В виду сложных процессов, происходящих в высокоскоростных и высокотемпературных струях при их взаимодействии друг с другом, с окружающей средой, с преградой и частями самолета, необходимо рассмотреть трехмерную постановку задачи, что вызывает ряд трудностей: необходимость построения расчетной сетки в сложной и большой области (учитывая дозвуковой характер обтекания самолета и преграды), огромный объем вычислений на сетке с большим числом узлов и с учетом химических реакций. В связи с этим представляется разумным рассмотреть задачу в двумерной постановке, позволяющей оценить протекающие процессы, включая химические реакции и оптимально подобрать настройки решателя.

Двумерная геометрическая модель состоит из самолета в плане, расположенного на площадке с газоотбойником. В качестве кинетической модели принято взаимодействие оксидов азота и углерода с кислородом воздуха, в результате которого образуются, соответственно, углекислый газ и диоксид азота. Остальные вещества, которые выделяет международная организация гражданской авиации как преимущественно содержащиеся в выхлопных газах (сажа, несгоревшие углеводороды) принято считать инертными.

Для применения программного продукта ANSYSFLUENT модель требуется разбить на конечные элементы. На рис. 1 приведен фрагмент области расчета с регулярной сеткой, содержащей ~ 400000 узлов.

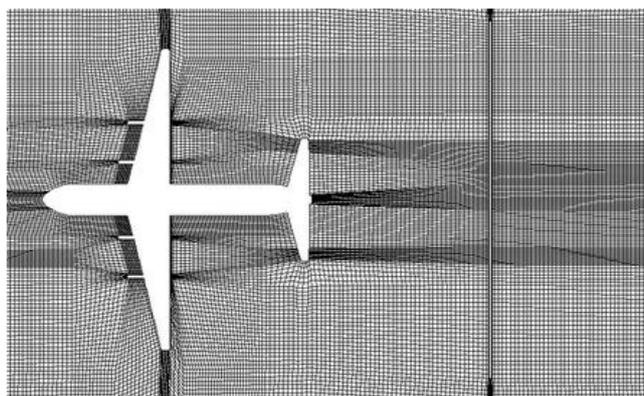


Рис.1. Элемент области расчета с регулярной сеткой

Рассматривается движение вязкого, сжимаемого газа. Среди широкого спектра выбора моделей турбулентности выбрана $k-\omega$, тип решателя – ‘density-based’. Химические реакции записываются в разделе ‘reaction’ после активации опции ‘volumetric’ для модели ‘speciestransport’.

Граничные условия определены как показано на рис. 2. Задавая массовый расход можно менять режимы работы двигателей от максимальной тяги, соответствующей взлетному режиму, до минимальной, которая применяется на этапе руление. При этом количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, значительно меняется. Характеристикой, определяющей уровень загрязнения, является индекс эмиссии – количество загрязняющих веществ, полученных при сгорании одного килограмма топлива.

На рис. 3 – 4 представлены результаты расчета для минимального режима тяги, характеризующегося неполным сгоранием топлива. На рис. 3а приведена картина линий тока, из которой видно, что происходит образование вихрей между двигателями самолета, на концах крыльев и хвосте, вдоль фюзеляжа, а также перед и за газоотбойником. В этих же местах отмечаются особенности распределения скорости. Максимальная скорость достигается на срезе сопел и составляет для режима руление ~14 м/с. Далее, в области хвоста самолета происходит смешение струй.

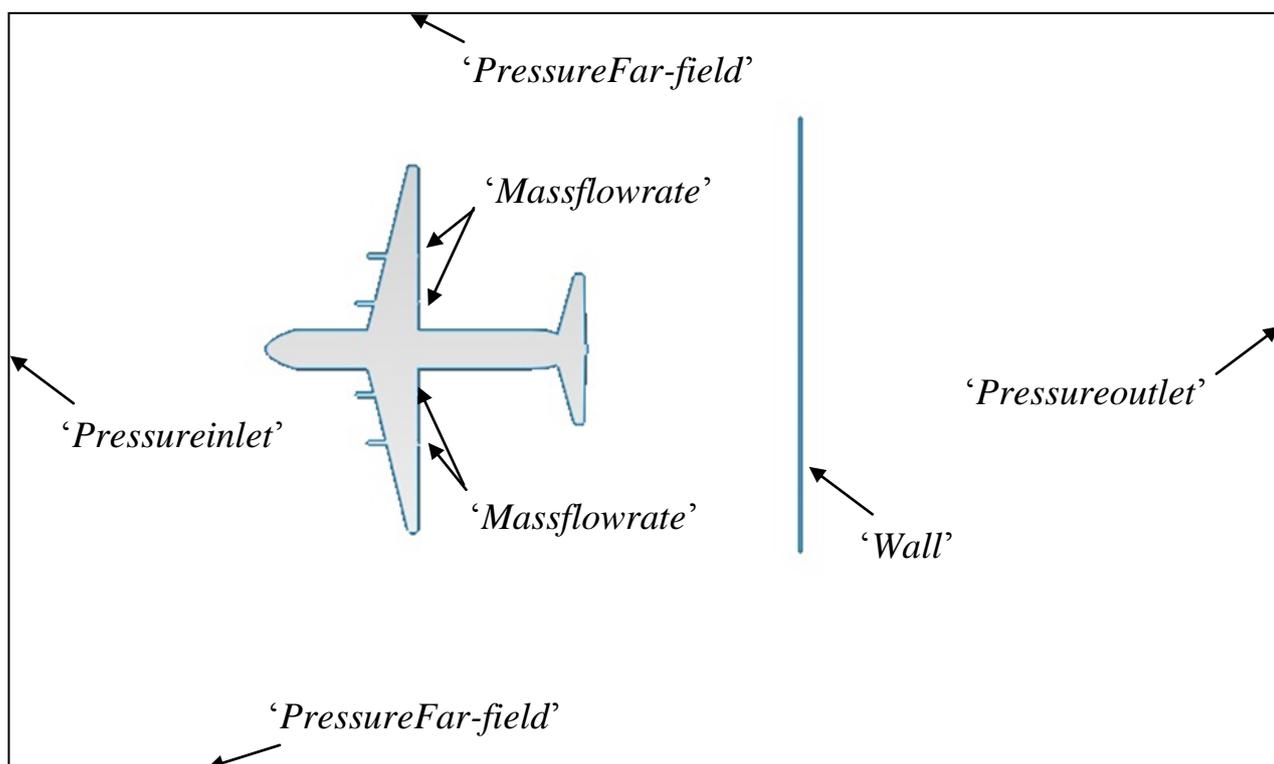


Рис. 2. Граничные условия

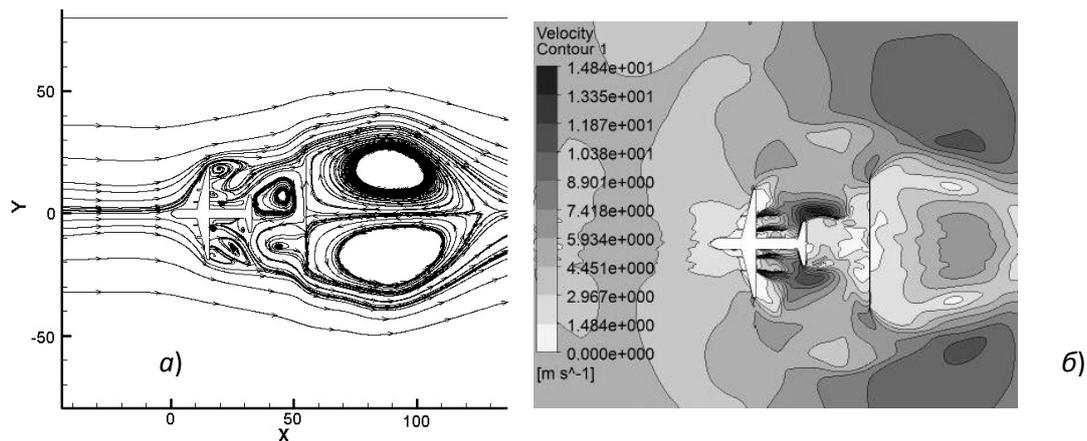


Рис. 3. Картина распространения загрязняющих веществ
 а) линии тока, б) распределение скорости

На рис. 4 представлено распространение угарного газа и результат его взаимодействия с кислородом воздуха – углекислого газа. На срезе сопел достигаются максимальные массовые доли CO , далее концентрация постепенно уменьшается. В случае распространения CO_2 , наблюдается противоположная картина – максимальные концентрации углекислого газа отмечаются на границе потока выхлопных газов с воздухом. При этом, область распространения углекислого газа значительно превышает соответствующую область угарного газа, повторяя основные ее очертания.

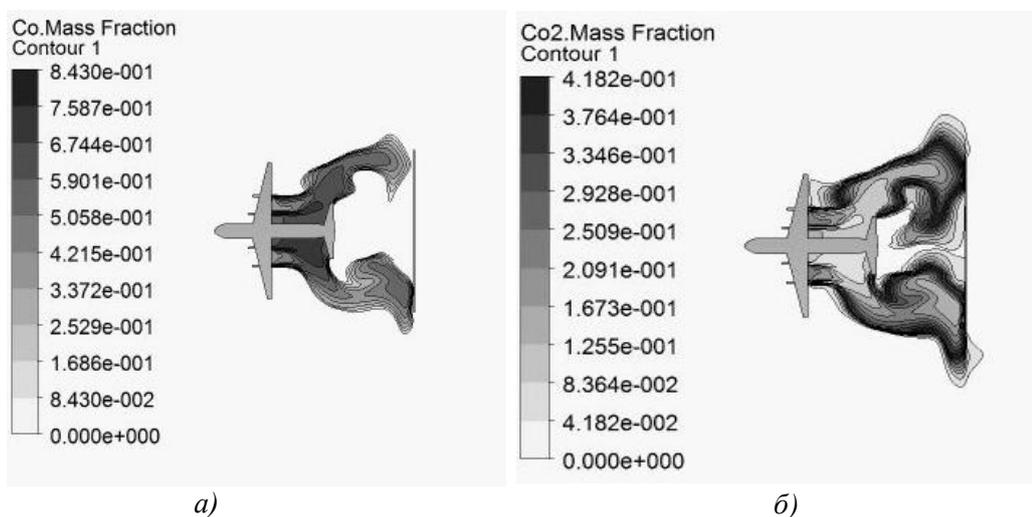


Рис. 4. Распределение загрязняющих веществ
 а) угарного газа, б) углекислого газа

Разработанная модель распространения выхлопных газов позволяет провести ряд расчетов при различных входных параметрах задачи: состояние окружающей среды (температура, давление, ветер), этап гонки, структура газоотбойника, химических реакциях и др. Предложенный в работе подход может использоваться при расчете санитарно-защитных зон аэродромов и

аэропортов. Кроме того, проведенный анализ может быть положен в основу трехмерной задачи, которая позволит детально проанализировать поведение вихревых структур и взаимодействие струй с преградой.

Библиографический список:

1. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Приложение 16 ИКАО, т.2 «Эмиссия авиационных двигателей». – 2008. – 118с.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – 2008. – 30 с.
3. Голубева А.О., Коротаева Т.А., Ларичкин В.В. Численный расчёт рассеивания загрязняющих веществ от эксплуатации самолётов на прилегающих к аэропортам и аэродромам территориях // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2014. №1(22). С. 52-61.

УДК 629.7.048.7

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТО-РЕБРСТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА-КОНДЕНСАТОРА СКВ ЛА

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Кочергин С.Н., Цыбулько С.А., Колмыков И.В., Цындурев Ц. Г.,

Харитонова А. С.

ttf_nstu@rambler.ru

Использование в системе кондиционирования (СКВ) самолета Ту-204 теплообменника-конденсатора для охлаждения сжатого воздуха (с целью конденсации и последующего удаления из него воды) за счет холодного воздуха с отрицательной температурой, выходящего из турбины приводит к ряду эксплуатационных проблем. Основная из них – обмерзание части теплообменной поверхности, приводящее к перекрытию живого сечения каналов, следовательно, росту сопротивления и падению расхода воздуха в СКВ. В основе проблемы лежат следующие причины. Во-первых, специфическое распределение полей температур теплообменной поверхности в КПРТ, когда значительная его часть имеет отрицательную температуру. Во-вторых, характерные тепломассообменные процессы в элементах подсистемы высаждения влаги на высоком давлении. [1...4].

Целью настоящей работы было исследование особенностей оптимизации компактного пластинчато-ребристого теплообменника-конденсатора СКВ ЛА.

Основные цели оптимизации конструкции конденсатора. Для того чтобы получить конденсатор с оптимальными свойствами, необходимо последовательно провести технологическую, тепловую и противообледенительную оптимизацию конструкции теплообменника (ТО). Задачу можно считать решенной, когда будет найдена конструкция, удовлетворяющая всем трем условиям. В настоящий момент степень важности решаемых подзадач разная и выглядит следующим образом:

- 1). ТО не должен обмерзать на рабочем режиме;
- 2). ТО должен быть технологически удобным в изготовлении;
- 3). ТО должен обладать наилучшей тепловой эффективностью.

Такой приоритет объясняется требованиями промышленности. На первом месте стоит задача обеспечения работоспособности системы кондиционирования. На втором месте - наличие на конкретном производстве требуемых материалов и технологических процессов. Последнее место - за высокой эффективностью тепловых процессов.

Численный эксперимент выполнялся по описанной в [3] методике расчета КПРТ, учитывающей наличие тепломассообмена в обоих трактах теплообменника-конденсатора.

В первой серии численных экспериментов исследовались особенности технологической оптимизации теплообменника-конденсатора, в частности влияние количества оребренных пакетов на компоновку теплообменника.

Во второй серии исследовались особенности тепловой оптимизации теплообменника-конденсатора, в частности влияние количества оребренных пакетов на эффективность работы горячего и холодного оребрений, а также суммарное значение КПД теплообменника.

В третьей серии исследовались особенности эксплуатационной оптимизации теплообменника-конденсатора, в частности влияние начальных температур теплоносителей, геометрического и режимного фактора на значения температуры теплообменной поверхности теплообменника и площадь ее обмерзания.

В заключении работы выполнено сравнение выполненных элементов исследования и выбор наиболее оптимальной конструкции теплообменника-конденсатора.

Библиографический список:

1. Дьяченко Ю. В. Системы жизнеобеспечения летательных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 512 с. – (Учебники НГТУ).

2. Чичиндаев А. В. Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников. Часть 1. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов / А. В. Чичиндаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 400 с. – (Учебники НГТУ).

3. Чичиндаев А. В. Особенности теплопередачи в компактном

теплообменнике при фазовых переходах в теплоносителях / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2005. – № 4. – С. 45-48.

4. Чичиндаев А. В. Особенности оптимизации теплообменника-конденсатора с противообледенительной системой / А. В. Чичиндаев // Изв. вузов. Сер. : Авиационная техника. – 2006. – № 1. – С. 3-6.

УДК 539.3

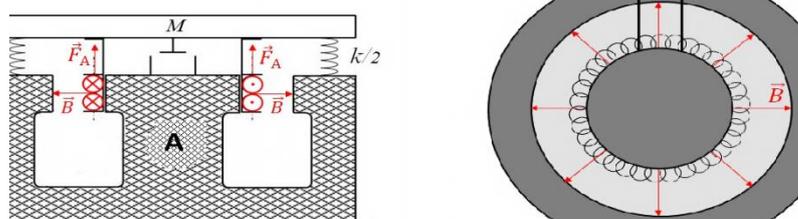
РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СПИРАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ ЗАЖИМОВ НА ОКСН

Новосибирский государственный технический институт, г. Новосибирск

Кочетов А.С., Колесниченко С.М., Красноруцкий Д.А., Пель А.Н.

leha_k_93@mail.ru, serega_k-93@mail.ru, krasnorutskiy@corp.nstu.ru,
pell.home@ngs.ru

В последнее десятилетие широкое распространение получили оптоволоконные сети. Как правило, ОКСН (оптоволоконный кабель самонесущий неметаллический) [1] (рис.1.) состоит из модулей, которые одержат в себе ОВ (оптическое волокно) 2, накрученные вокруг центрального силового элемента 1, стеклопластикового или арамидного пластика 3. Поверх скрученных модулей накладывается оболочка из полиэтилена 5. Поверх промежуточной оболочки накладываются арамидные армирующие нити 6. Материалы, из которых изготовлены элементы ОКСН, имеют срок службы, превышающий 40 лет. Но действие неблагоприятных факторов приводят к уменьшению ресурса.



1 – центральный силовой элемент, 2 – ОВ, 3 – Оптический модуль в оболочке из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем, 4 – Межмодульный гидрофобный наполнитель., 5 – промежуточная полиэтиленовая оболочка, 6 – арамидные армирующие нити, 7 – внешняя полиэтиленовая оболочка

Рис.1. Структура ОКСН

Важную роль в сроке службы ОКСН играет его крепление [2] к несущим элементам (опорам). Само по себе крепление к опоре осуществляется с помощью специальных зажимов. Промежуточный зажим состоит из кольцевого коуша, силовой пряди и протектора (рис.2.). Силовая прядь и протектор состоят из спиральных стальных проволок. Протектор предотвращает повреждение полиэтиленовой внешней оболочки ОКСН в

месте контакта с проволокой силовой пряди зажима, а также придает дополнительную жесткость.

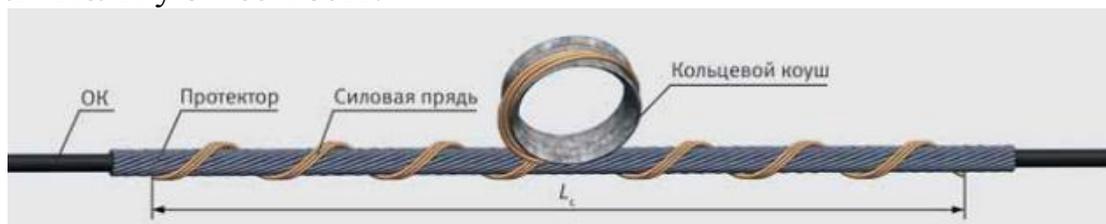


Рис.2. Промежуточный зажим на ОКСН

Одна спираль протектора представляет собой спирально закрученные проволоки, скрепленные между собой специальным веществом (клей, и т.п.). Спирали протектора монтируются на ОКСН друг за другом, желательно без расслоения проволок. После этого на протектор надевается силовая прядь, центр зажима и спиральной пряди совмещается (рис. 2.). Стоит заметить, что данная конструкция одноразовая и монтируется единожды.

Трудоемкость монтажа конструкции с несколькими спиралями протектора обуславливает желание вопреки требованиям производителя зажимов отказаться от полного комплекта спиралей. Иногда на практике возникают случаи, когда устанавливается не полный комплект спиралей протектора. Возникает вопрос, как изменится ресурс конструкции в этом случае? Разное количество спиралей протектора влияет на сжимаемость кабеля в радиальном направлении и на изгибную жесткость соответствующего участка. Поэтому целесообразно проводить исследования как изменится радиальная и изгибная жесткость и как это изменение повлияет на изменение напряженно-деформированного состояния.

Для разных типов ОКСН существуют нормы и правила механического расчета. Так самым «опасным» расчетным случаем считается гололед с ветром. Расчетные случаи характеризуются силой натяжения кабеля. Для исследования влияния количества спиралей протектора требуется проводить эксперименты по тяжению ОКСН с зажимом с разным количеством спиралей протектора и фиксировать параметры напряженно-деформированного состояния участка кабеля.

Для проведения испытаний зажима на максимальное тяжение был разработан и создан стенд, состоящий из испытательной машины Instron 3369 и установки для растяжения кабеля с зажимом (рис. 3).

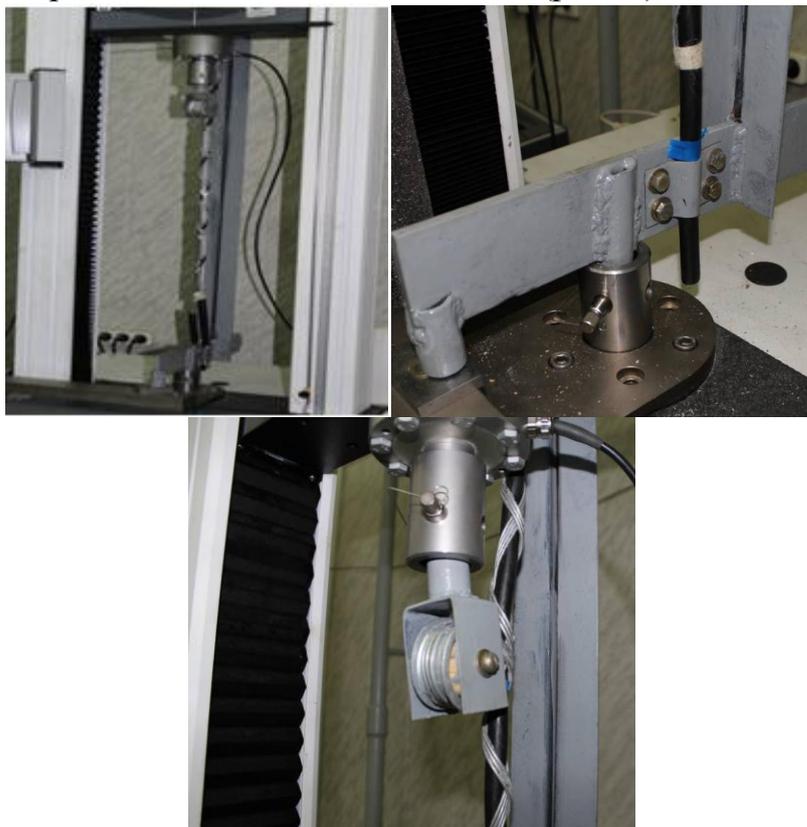


Рис.3. ОКШ в разрывной машине Instron 3369

Для фиксирования изменений в исследуемом участке кабеля при нагружении, производилась съемка цифровой фотокамерой на штативе. Для первичной обработки получаемых снимков была разработана программа, на базе программы с открытым кодом, выложенным на сайте ishodniki.ru (оригинальное название «CPictureClassUsageDemo») была разработана программа для первичной обработки фотографий эксперимента («PSTracking»). На рисунке 4 представлен внешний интерфейс программы. Разработанная программа позволяет кликом мышки проставлять метки (крестики) на фотографии и выводить координаты этих меток в отдельный файл с именем, совпадающим с названием фотографии и текстовым расширением. Проставленные метки можно удалять, выделяя их по одной или группами. Интерфейс позволяет пользователю проводить навигацию по фотографии с любым масштабом и не требует проводить операции сохранения результатов, что немало важно при многократном использовании программы для обработки результатов эксперимента.



Рис.4. Проставление меток в программе для считывания текущей координаты

После того как файлы с координатами кликов мышки созданы необходимо произвести расчет кривизны или изменения кривизны при деформировании кабеля. В виду того, что пользователь обрабатывающий фотографию эксперимента может допустить погрешность из-за визуального принципа определения положения метки, то был принято решение аппроксимировать поставленные точки (метки) некоторым многочленом, кривизну которого можно рассчитать известным способом. Для построения аппроксимирующей кривой был выбран метод наименьших квадратов, так как он сглаживает погрешность при трассировании точек на фотографии пользователем.

Программа для вторичной обработки материалов эксперимента была разработана на языке MathCAD (интерпретатор MathCAD 14). Сначала производится расчет числа пикселей фотографии соответствующих 1 метру. Для этого на фотографии необходимо нанести как минимум две метки. Удобнее для обработки их наносить с самого начала, а потом остальные метки на осевой линии кабеля. Таким образом, для каждой фотографии имеем число пикселей на один метр.

Перед построением аппроксимирующего многочлена массив координат для каждой фотоснимка приводится к нормализованному виду, когда самая

левая метка и самая правая метка лежат на одной оси и имеют координаты -1 и +1 соответственно, и, то есть, расстояние между ними равно двум. Затем рассчитываются коэффициенты аппроксимирующего многочлена. После этого выбирается сетка абсцисс от -1 до +1 и строится массив значений аппроксимирующего многочлена. Затем этот массив ещё раз подвергается нормализации для того, чтобы самая левая и самая правая метки имели абсциссы строго -1 и +1 соответственно.

Следующая проблема, которая была решена – это соответствие абсцисс меток (даже ненормированных) естественной координате кабеля (длина кабеля от некоторой точки отсчета). Ведь для того чтобы найти изменение кривизны в какой либо точке на осевой линии кабеля при изменении его нагружения необходимо знать какой абсциссе соответствует эта точка на разных фотоснимках. Сначала рассчитываются длины SL и SR кривых на отрезках [-1;0] и [0;1]. Затем безразмерной абсциссе точки ставится точка в соответствии с длиной кривой. Рассчитывается кривизна по формуле

$$\kappa = y'' \left[1 + (y')^2 \right]^{-3/2}.$$

Была проведена серия экспериментов растяжения ОКСН с промежуточным зажимом и разным количеством спиралей протектора. В процессе нагружения конфигурация деформируемого участка фиксировалась на фотокамеру и затем фотографии обрабатывались по представленной методике. Проведено исследование влияния на ОКСН количества спиралей протектора при растяжении кабеля с промежуточным стальным зажимом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию №2014/138, проект № 435.

Библиографический список:

1. Срок службы грозозащитных тросов, оптических кабелей, размещенных в грозозащитном тросе и оптических кабелей самонесущих неметаллических, размещенных на элементах ВЛ. [Электронный ресурс]. – <http://ru.scribd.com/doc/96940920>, (дата обращения: 29.03.2015)

2. Узлы и элементы крепления оптического кабеля. Монтажные устройства и приспособления. [Электронный ресурс]: Каталог «Электросетьстройпроект», Выпуск 22. – URL [:http://www.essp.ru/upload/files/link.pdf](http://www.essp.ru/upload/files/link.pdf), (дата обращения: 29.03.2015)

УДК 541.183.2

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ НА ПЛАТИНЕ МЕТОДОМ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹ Новосибирский государственный технический университет», г.
Новосибирск

² Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск
Кочурова Н.М.¹, Саланов А.Н.²,
netttiil@gmail.com

Платиновые металлы широко используются при производстве катализаторов, применяемых в химической промышленности для получения различных веществ и в экологии для защиты окружающей среды от вредных выбросов промышленными предприятиями и транспортом [1]. Они являются активными катализаторами в реакциях окисления водорода, оксида углерода, углеводородов и др. Так, например, металлы Pt, Pd, Rh применяются при производстве катализаторов для нейтрализации вредных выбросов автомобильного транспорта. Платина используется в процессе окисления аммиака, применяемого для производства азотной кислоты. Окисление аммиака проводят на платиновых сетках с диаметром проволок 0,06 ... 0,09 мм. В ходе процесса происходит унос платины и протекает коррозия, в результате активность катализатора существенно падает [2]. Известно, что химический состав и структура катализатора определяют его активность. Поэтому в настоящее время проводятся активные исследования современными физико-химическими методами состава и структуры катализаторов.

Целью работы являлось исследование микроструктурных превращений и химического состава поверхности модельного катализатора – поликристаллической фольги платины Pt(poly) в атмосфере кислорода при температурах 600 ... 1400 К методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) и рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС).

Обработка платиновой фольги толщиной 50 мкм проводилась в кварцевом проточном реакторе при давлении 1 атм и скорости потока 1,5 л/ч, температуре 600 и 1400 К в течение 3 и 50 часов. Состав реакционной смеси представлял собой O₂ – 21.5 %, He – 78.5 %. Исследование микроструктуры и морфологии поверхности образца проводили на растровом электронном микроскопе JSM-6460 LV (Jeol) с пространственным разрешением 3 нм и в интервале увеличений от 10 до 300000 крат. Для исследования микроструктуры поверхности образцов получали микроснимки во вторичных электронах (ВЭ) и обратно-отражённых электронах (ОЭ), позволяющих анализировать морфологию поверхности, фазовый состав и структуру

поверхности зёрен, соответственно. Для определения химического состава образцов использовали рентгеновский энергодисперсионный спектрометр (ЭДС) INCAEnergy-350 (OxfordInstruments).

В ходе обработки образцов платины при 1400 К в O_2 в течение 3 часов происходит постепенный рост зёрен и выделение межзёренных границ. В результате формируется зернистая структура (рис. 1), со средним размером зёрен ~ 40 мкм (рис. 3б). На рис.1, приведены микроснимки поверхности, полученные в режиме обратно-отраженных электронов (а, б), и вторичных электронов (в, г). Видно, что форма зёрен, межзёренные границы и интенсивность зёрен наблюдаемых на микроснимках, полученных в различных режимах, довольно близки. Это указывает на близкое влияние структуры поверхности зёрен на формирование изображения во ВЭ и ОЭ. На микроснимках, полученных при увеличениях $\times 1000$ и $\times 10000$ (рис. 1 б и г), рис. 3 а), видно, что после обработки образца при $T=1400$ К в течение 3 часов поверхность зёрен не содержит каких-либо структурных образований. Данные локального химического анализа свидетельствуют о содержании углерода (21,2 % ат.) и кислорода (4,4 % ат.). Известно, что углерод и кислород не растворяются в объёме Pt. Углерод образует на поверхности Pt графитообразные плёнки, а кислород может содержаться в виде примесей на поверхности углеродных плёнок.

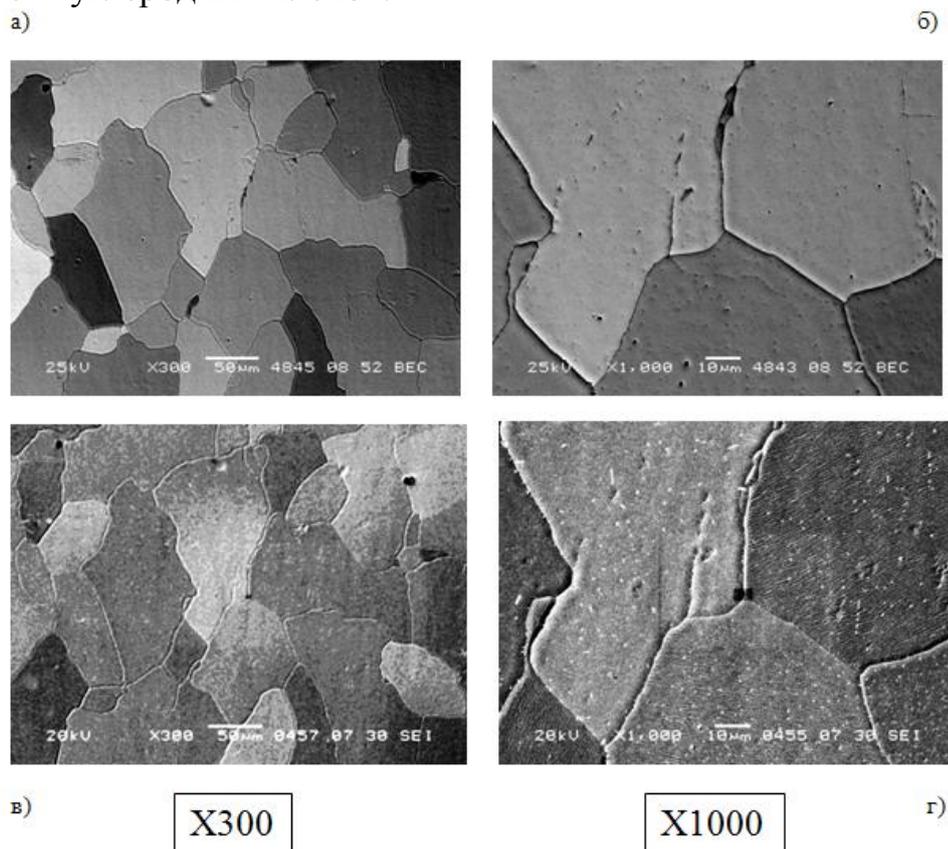


Рис.1. Микроскопические изображения платиновой фольги, обработанной в течение 3 часов при $T=1400$ К в атмосфере O_2 . Микроснимки а) и б) получены в режиме ОЭ при увеличениях $\times 300$ и $\times 1000$, в) и г) в режиме ВЭ при увеличениях $\times 300$ и $\times 1000$

После 50 часов обработки образцов платины при 1400 К в O_2 происходит дальнейший рост зёрен и фасетирование поверхности этих зёрен. В результате формируется зернистая структура (рис. 2), при этом размер зёрен составляет ~ 60 мкм (рис. 3, г). На рис.2 приведены микроснимки поверхности образца, обработанного в течение 50 часов, полученные в режиме обратно-отраженных электронов (а, б), и вторичных электронов (в, г). Форма зёрен, межзёренные границы, наблюдаемые на микроснимках, которые получены в различных режимах, довольно близки. Однако уровень яркости некоторых зёрен, полученных в этих режимах, существенно отличается. Так верхнее зерно на рис. 2 б) существенно темнее, чем зерно на рисунке 2 г). Это указывает на различное влияние структуры и морфологии поверхности зёрен на формирование изображения во ВЭ и ОЭ. На микроснимках, полученных при увеличениях $\times 1000$ и $\times 10000$ (рис. 2, б) и г), рис. 3 в)), видно, что после обработки образца при $T=1400$ К в течение 50 часов поверхность всех зёрен покрыта сплошным слоем из кристаллических фасеток различной формы и ориентации.

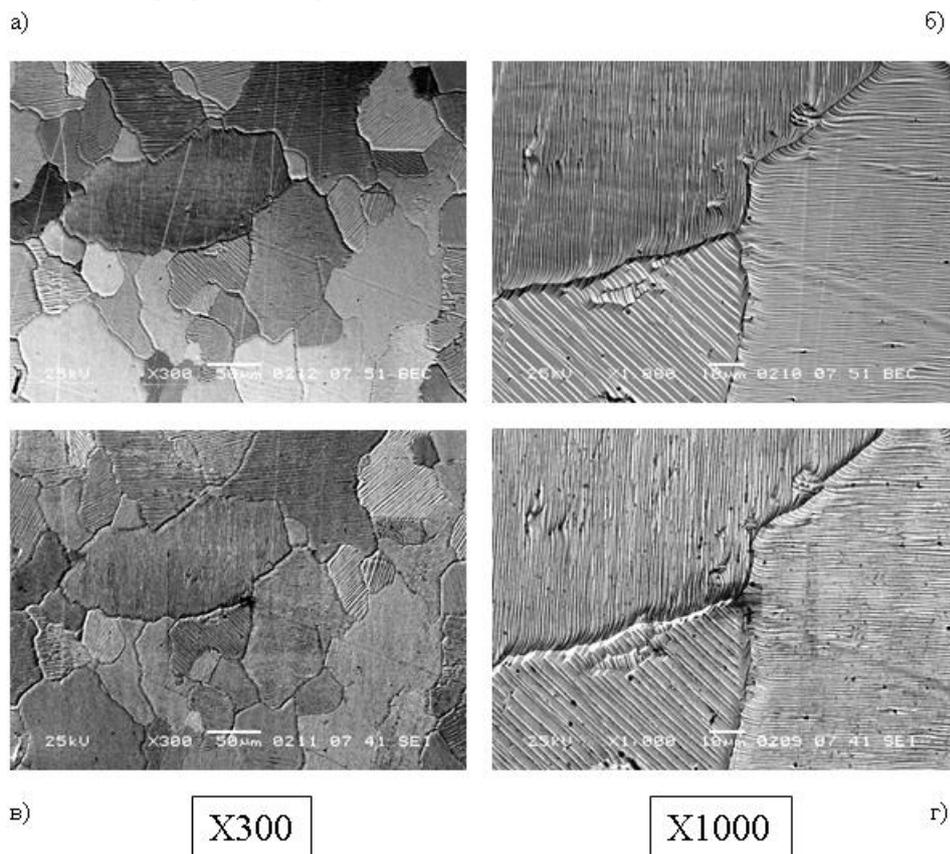


Рис.2. Микроскопические изображения платиновой фольги, обработанной в течение 50 часов при $T=1400$ К в атмосфере O_2 . Микроснимки а) и б) получены в режиме ОЭ при увеличениях $\times 300$ и $\times 1000$, в) и г) в режиме ВЭ при увеличениях $\times 300$ и $\times 1000$

Полученные данные позволяют выделить основные процессы, протекающие при взаимодействии кислорода с поликристаллической платиной при 1400 К. Вначале, при $t \leq 3$ часов интенсивно протекает процесс

взаимодействия кислорода с углеродной плёнкой на поверхности и рекристаллизации, включающий отжиг поверхностных и объёмных дефектов и рост зёрен. Вследствие поглощения дефектных и малых по размеру зёрен ($\leq 1,0$ мкм) они вырастают до среднего размера ~ 40 мкм (рис.3 б)). При этом на поверхности был обнаружен углерод (21,2 % ат.) и кислород (4,4 % ат.). По-видимому, это остаточная углеродная плёнка, содержащая примеси кислорода. По мере взаимодействия кислорода с платиной ($t \geq 50$ часов) постепенно протекает фасетирование поверхности, в результате которой поверхность зёрен полностью покрывается кристаллическими фасетками. Размер зёрен меняется не существенно и составляет ~ 60 мкм (рис. 3 г)). Фасетки формируются вследствие выделения атомов Pt из межзёренных границ на поверхность зёрен. По поверхности эти атомы мигрируют и постепенно встраиваются в энергетически выгодные места. В результате длительной обработки протекание этих процессов приводит к формированию сплошного слоя из кристаллических фасеток, ограниченных поверхностями с меньшей поверхностной энергией. Химический состав формирующихся фасеток близок к составу образцов, обработанных за время ≤ 3 часов. Вероятно, что наряду с остающимися углеродными плёнками на поверхности платины отлагается углерод под действием электронного зонда.

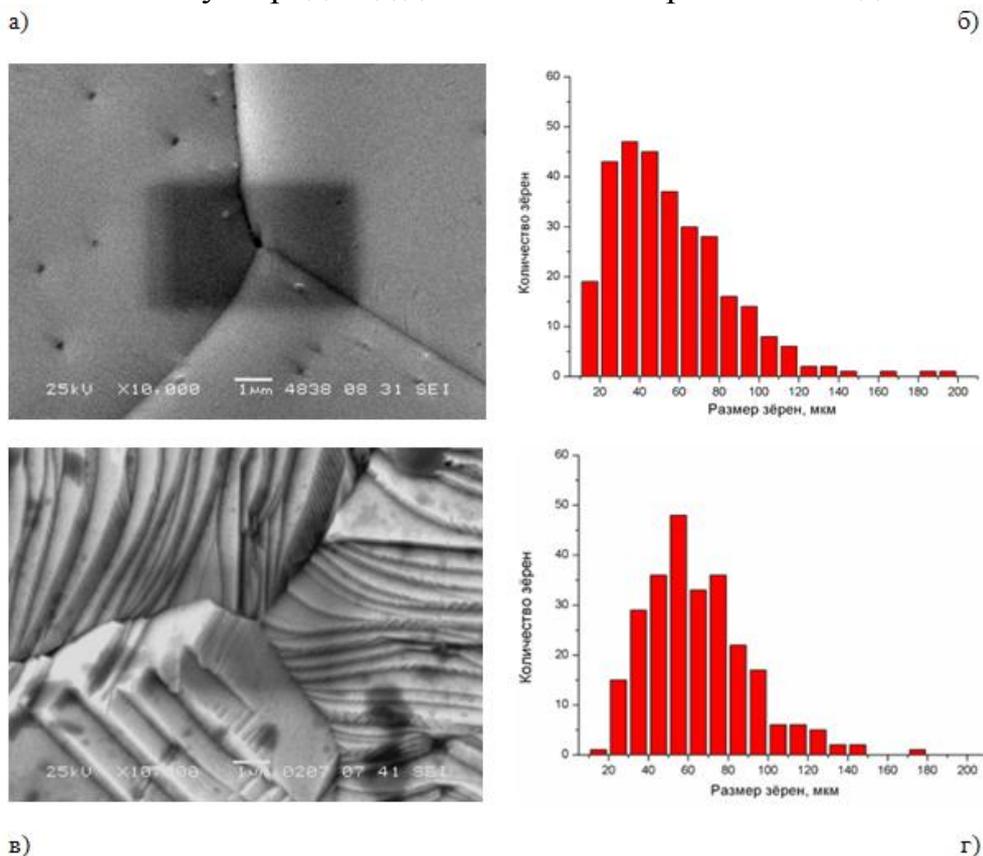


Рис. 3. Микроснимки поверхности Pt(poly) и гистограммы распределения количества зёрен от их размера, полученные после обработки образцов при 1400 К и $t=3$ часа (а, б) и 50 часов (в, г) и увеличении $\times 10000$

Библиографический список

1. Home - Precious Metals Management: [Электронный ресурс]: – Режим доступа:<http://www.platinum.matthey.com>
2. McCabe R.W., Pignet T., Schmidt L.D. Catalytic Etching of Platinum in NH₃ Oxidation // Journal of catalysis. – 1974. – V. 32. – P. 114 – 126.

УДК

**СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ИНЖЕНЕРНОГО БОЕПРИПАСА НА ПОЛНОРАЗМЕРНЫЙ МАКЕТ
БТВТ**

Уральский Федеральный Университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Департамент Технологический, г. Нижний Тагил

*Красилов Ю.А., Смагин К.В.,
Черемных А.Ю., Хмельников Е.А., Стыров А.В.*

Главной отличительной особенностью мотострелковых войск является их высокая мобильность и маневренность. Основные боевые машины используемые мотострелковыми войсками ВС России являются БМП и БТР.

В качестве объекта для исследований был выбран полномасштабный макет БМП-2 с ходовой и моторно-трансмиссионной частью.

Для оценки стойкости защитных структур БМП-2 применяют испытания подрывом инженерных боеприпасов, а также боеприпасов ближнего боя.

Цель исследований – оценка стойкости защитных структур макета БМП-2 с ходовой частью, при воздействии подрыва инженерных боеприпасов и сравнение их с результатами математического моделирования.

Испытания подрывом актуальны в первую очередь для разработчиков БТВТ, так как они позволяют оценить характер повреждения макета БТВТ, после подрывов боеприпасов, а также найти слабые места конструкции для устранения их в дальнейшем.

Определение виброударных ускорений в местах размещения (крепления) блоков аппаратуры, боекомплекта, моторно-трансмиссионной установки, органов управления и сидений экипажа при натурном воздействии подрыва инженерных боеприпасов производится с помощью акселерометров АР-21, АР-23. В основу работы данного типа приборов положен пьезоэффект.

На основе анализа экспериментальных данных предложена математическая модель, позволяющая в дальнейшем производить

моделирование подобных испытаний на ЭВМ, что позволит удешевить и ускорить процесс разработки новых видов военной техники.

Исследование поведения металлов и конструкций при высокоскоростном взаимодействии представляет большой научный и практический интерес в связи с развитием ряда областей новой техники, а также в связи с разработкой и внедрением в промышленность новых перспективных технологических приемов обработки материалов.

Для выполнения численного моделирования процесса подрыва полномасштабного макета БМП-2 применим программный продукт ANSYSAUTODYN.

Для того чтобы провести необходимые расчеты в данном программном продукте необходимо:

- создать виртуальный прототип БМП-2 в любой из САД платформ (Инвентор, Компас-3D, SolidWorks);
- выбрать из базы данных необходимые модели материалов;
- присвоить каждой детали виртуального прототипа свою модель материала;
- установить типы контактов между деталями модели (жесткий, с трением, без трения);

Затем производится анализ полученных результатов и сравнение их с реальными испытаниями для создания поправочных коэффициентов которые позволят уточнить структуру применяемой модели.

Если сравнить график перегрузок полученный с датчиков перегрузок в результате реальных испытаний и график построенный на основании расчетов, то можно отметить их качественное совпадение. Для получения адекватной модели необходимо произвести тщательное сравнение этих графиков в программе MATLAB и вычислить необходимые для сходимости поправочные коэффициенты.

Выводы:

1. Предложенная математическая модель позволяет проводить численный эксперимент.

2. Для получения хорошего количественного совпадения результатов необходимо:

- уточнить коэффициенты, входящие в уравнения состояния для применяемых материалов;
- провести расчеты для различных уравнений состояния и различных моделей упруго-пластики среды.

Литература:

1. Бозм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1985г., 512с.

2. Липаев В.В. Документирование и управление конфигурацией программных средств (методы и стандарты). М.: СИНТЕГ, 1998.

3. ГОСТ19.101-77 «Виды программ и программных документов»-<http://www.nist.ru/hr/doc/gost/19101-77.htm>

4. LICENSE-ANSYS_hybryd_10-31-2012-4.39.12

УДК 539.3

УЧЕТ ДЕМПФИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТОНКОГО СТЕРЖНЯ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Красноруцкий Д.А., Левин В.Е.

krasnorutskiy@corp.nstu.ru, v.levin@corp.nstu.ru

В данной работе представлен алгоритм учета демпфирования продольных колебаний при расчете нелинейной динамики тонкого упругого стержня по дифференциальной модели стержня [1, 2]. В реальности материал стержня (провода, троса, каната и т.п.) обладает внутренним демпфированием. Это демпфирование, как правило, мало, однако, при расчете динамики стержня по его математической модели без учета этого демпфирования в некоторых ситуациях может появиться резкое нарастание продольных колебаний и даже привести к «развалу» процесса численного решения. Так, например, происходит при моделировании колебаний массы на тросе в поле сил тяжести. Энергия колебаний такой системы как маятника частично переходит в более высокочастотные (изгибные и продольные) колебания самого троса. Так появляются и нарастают высокочастотные продольные колебания, приводящие к резким скачкообразным изменениям ускорений точек осевой линии стержня и, как следствие, к преждевременной остановке численного счета из-за невозможности его продолжить (решение соответствующей краевой задачи [2] расходится). Рассмотрим учет демпфирования продольных колебаний в дифференциальной модели стержня [1, 2].

Согласно [2], продольная деформация (растяжение-сжатие) осевой линии стержня имеет следующее выражение:

$$\varepsilon = x_{j,\xi} \lambda_{jk} Q_k [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} + \alpha \Delta T, \quad (1)$$

где $x_{1,2,3}$ – координаты осевой линии стержня до деформирования, λ_{jk} – компоненты матрицы поворота поперечных сечений стержня при деформировании, $Q_{1,2,3}$ – проекции вектора внутренних усилий стержня, $EF(\xi)$ – жесткость на растяжение-сжатие, $s_{,\xi} = (x_{k,\xi} x_{k,\xi})^{1/2}$ – производная от естественной координаты по параметру длины ξ , α – коэффициент температурного удлинения, ΔT – изменение температуры; нижний индекс ξ

после запятой означает производную по этой переменной, здесь и далее по повторяющимся индексам ведется суммирование, неуказанные индексы пробегает значения от 1 до 3-х.

Сила, возникающая от внутреннего демпфирования при растяжении или сжатии, направлена вдоль касательного орта $\vec{e}_3^* = \beta_{3k} \lambda_{kn} \vec{i}_n$, имеет следующее выражение:

$$\vec{f}_\varepsilon = \vec{e}_3^* K_\varepsilon \dot{\varepsilon} = K_\varepsilon \dot{\varepsilon} \beta_{3n} \lambda_{nk} \vec{i}_k, \quad (2)$$

где K_ε – коэффициент демпфирования, $\dot{\varepsilon}$ – скорость продольной деформации, β_{jk} – компоненты матрицы поворота, описывающей ориентацию поперечных сечений до деформирования, \vec{i}_k – орты глобальной системы координат.

Подставим (2) в формулу продольной деформации (1)

$$\varepsilon = x_{j,\xi} \lambda_{jk} (Q_k - K_\varepsilon \dot{\varepsilon} \beta_{3n} \lambda_{nk}) [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} + \alpha \Delta T, \\ \varepsilon = x_{j,\xi} \lambda_{jk} Q_k [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} - K_\varepsilon \dot{\varepsilon} x_{j,\xi} \lambda_{jk} \beta_{3n} \lambda_{nk} [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} + \alpha \Delta T. \quad (3)$$

Будем аппроксимировать скорость продольной деформации $\dot{\varepsilon}$ через значения продольной деформации на предыдущих шагах по времени с помощью модифицированной формулы Парка с переменным шагом и пятью точками:

$$\dot{\varepsilon}(t_1) = a_1 \varepsilon(t_{-3}) + a_2 \varepsilon(t_{-2}) + a_3 \varepsilon(t_{-1}) + a_4 \varepsilon(t_0) + a_5 \varepsilon(t_1), \\ a_1 = \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_5}{\partial f_1}, \quad a_2 = \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_4}{\partial f_1} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_5}{\partial f_2}, \quad a_3 = \frac{1}{2} \frac{\partial \dot{L}_3}{\partial f_1} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_4}{\partial f_2} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_5}{\partial f_3}, \\ a_4 = \frac{1}{2} \frac{\partial \dot{L}_3}{\partial f_2} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_4}{\partial f_3} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_5}{\partial f_4}, \quad a_5 = \frac{1}{2} \frac{\partial \dot{L}_3}{\partial f_3} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_4}{\partial f_4} + \frac{1}{4} \frac{\partial \dot{L}_5}{\partial f_5},$$

здесь $L_n \equiv L_n(t_1)$, $L_n(x) = \sum_{j=1}^n \left(f_j \prod_{i=0, j \neq i}^n \frac{x - x_i}{x_j - x_i} \right)$ – полином Лагранжа для интерполяции по n точкам.

Тогда скорость продольной деформации упрощенно можно представить в следующем виде

$$\dot{\varepsilon}(t_1) = b + a_5 \varepsilon(t_1), \quad (4)$$

$$\text{где } b = a_1 \varepsilon(t_{-3}) + a_2 \varepsilon(t_{-2}) + a_3 \varepsilon(t_{-1}) + a_4 \varepsilon(t_0).$$

Введем обозначение $C = x_{j,\xi} \lambda_{jk} \beta_{3n} \lambda_{nk}$, подставим (4) в (3)

$$\varepsilon = x_{j,\xi} \lambda_{jk} Q_k [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} - (K_\varepsilon b + K_\varepsilon a_5 \varepsilon) C [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1} + \alpha \Delta T, \\ \varepsilon = \frac{x_{j,\xi} \lambda_{jk} Q_k}{EF(\xi) \cdot s_{,\xi} + K_\varepsilon a_5 C} - \frac{K_\varepsilon b x_{j,\xi} \lambda_{jk} \beta_{3n} \lambda_{nk}}{EF(\xi) \cdot s_{,\xi} + K_\varepsilon a_5 C} + \frac{\alpha \Delta T}{1 + K_\varepsilon a_5 C [EF(\xi) \cdot s_{,\xi}]^{-1}}. \quad (5)$$

Рассмотрим тестовый расчет. В работе [3] приводился расчет динамики троса с точечной массой на конце. Трос подвешен в поле сил тяжести за один конец и сначала находится в горизонтальном положении, а затем отпускается

(расчетная схема приведена на рис. 1). Длина троса – 30 м, модуль упругости материала – $13 \cdot 10^{10} \text{ Па}$, плотность материала – 1450 кг/м^3 , площадь поперечного сечения – $3.1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, масса на конце – 5 кг (вес троса 0.13485 кг), ускорение свободного падения 9.81 м/с^2 . В работе [3] трос моделируется тридцатью конечными элементами с сосредоточенными массами в узлах вместо распределенного веса, приводятся рассчитанные конфигурации троса на промежутке времени от 0 до 21 секунды. Был проведен расчет по дифференциальной модели стержня [2] с учетом демпфирования по представленной методике, $K_\varepsilon = 10^4 \text{ Н} \cdot \text{с}$. Время расчета на процессоре i7-3630QM @ 2.4GHz (4000 шагов по времени, 500 разбиений по длине стержня [2]) составило 526 секунд. На рисунке 2 представлены конфигурации троса с грузом в определенные моменты времени. На рисунке 3 представлены графики изменения вертикальной координаты точек находящихся на следующих расстояниях от массы: 0 м, 4 м, 8 м, 12 м, 16 м, 20 м, 24 м, 28 м (снизу вверх).

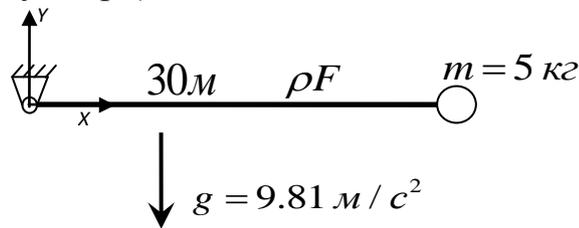


Рис. 1. Расчетная схема

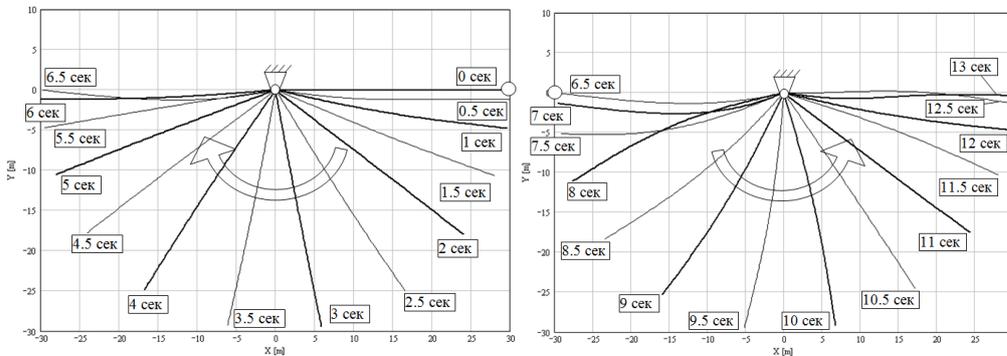


Рис. 2. Положения троса. Первый и второй полуразмах

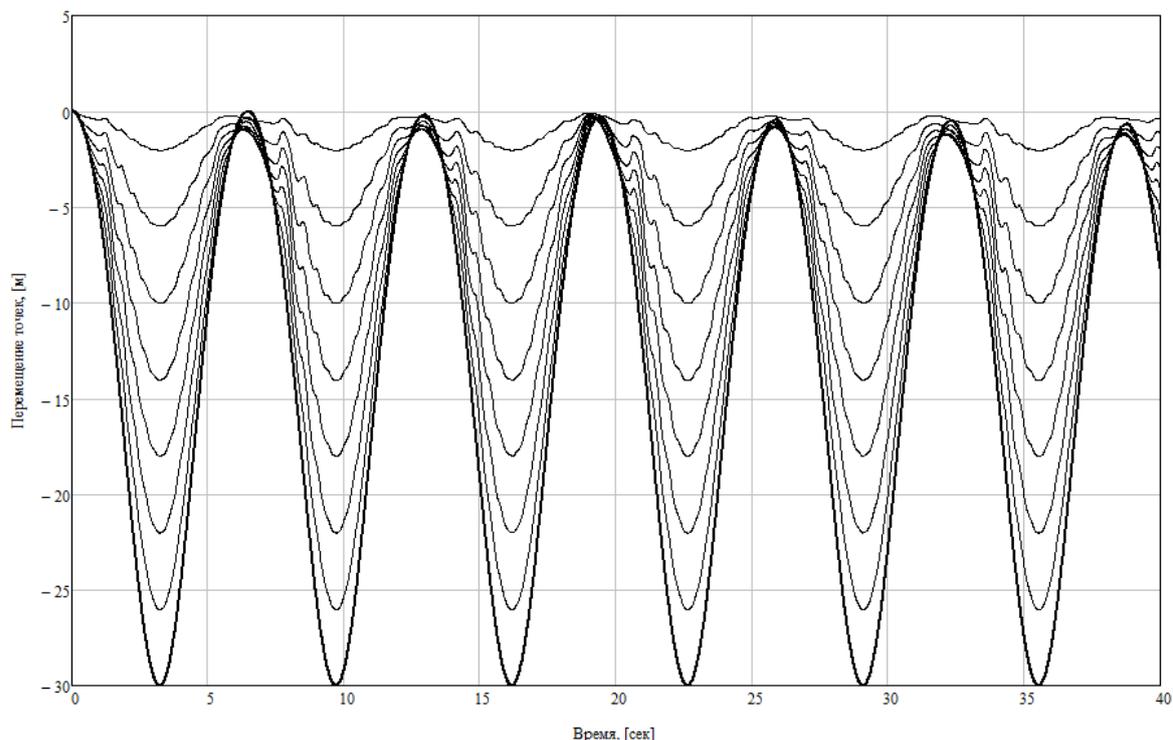


Рис. 3. Временная развертка координат Y некоторых точек

На рисунке 4 представлен график изменения продольной деформации точки, находящейся на середине троса (график деформации в других точках практически ничем не отличается). На рисунке видны периодические «всплески» колебаний продольной деформации, которые гасятся введенным демпфированием. Если производить расчет без демпфирования, тогда такие скачки рано или поздно приводят к «развалу» численного решения, в зависимости от используемого метода прямого интегрирования [2] и параметров расчетной схемы (числа шагов по времени и числа разбиений вдоль стержня).

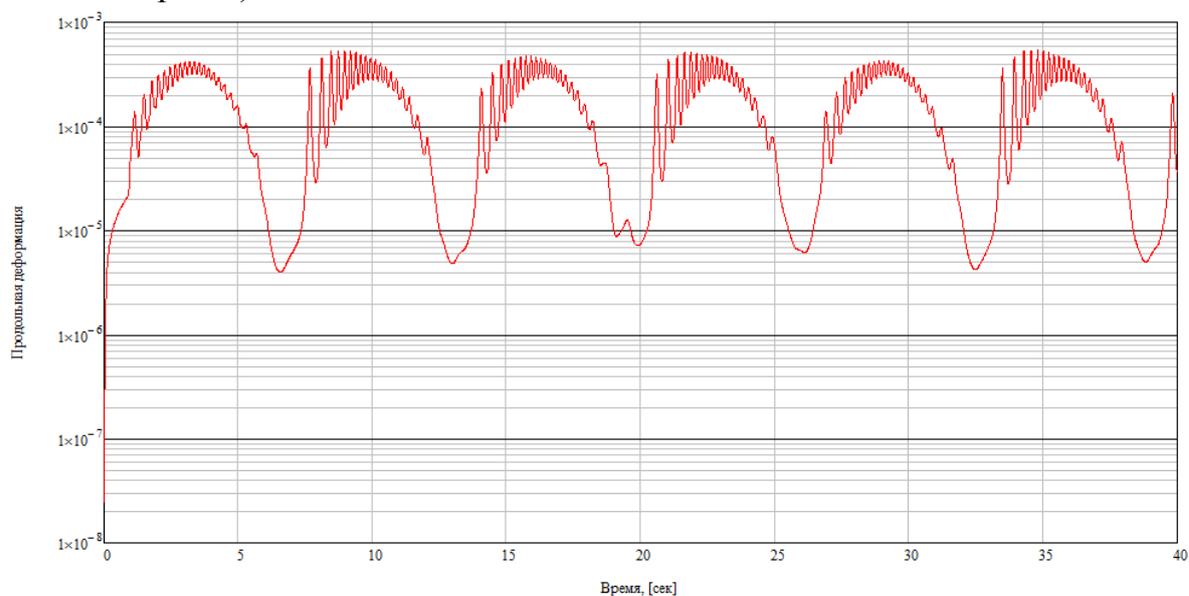


Рис. 4. Временная развертка продольной деформации

Введение демпфирования продольной деформации в модель стержня позволило учесть реальное свойство материалов гасить внутренние высокочастотные колебания и получить ещё один параметр настройки устойчивости расчетной схемы, что позволило расширить возможности численной методики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию №2014/138, проект № 435.

Библиографический список:

15. Левин В.Е., Пустовой Н.В. Механика деформирования криволинейных стержней: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 208 с.
16. Пустовой Н.В., Левин В.Е., Красноруцкий Д.А. Алгоритм численного решения нелинейной краевой задачи динамического деформирования тонкого стержня // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2014. – № 2. – С. 168–199.
17. Гришанина Т.В., Шклярчук Ф.Н. Динамика упругих управляемых конструкций. - М.: Изд-во МАИ, 2007. - 328с.

УДК 620.16, 621.8-1/-9

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТАРЫ
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СПЕЦИЗДЕЛИЙ**

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Криворотов А.В., Тимонина Т.В.

В настоящее время в ВПК разрабатывается большое количество БП нового типа. В связи с этим остро стоит вопрос о разработке тары для безопасного хранения и транспортирования изделий и комплектующих. Хранение, погрузка и транспортирование специзделий являются особо опасными операциями на предприятиях ВПК. Тара, предназначенная для обеспечения безопасности персонала и сооружений при подобных операциях и технологиях должна строго соответствовать жестким требованиям и контролю отраслевым стандартам.

Целью работы является проектирование и выбор объема и методик проверок для данной тары по ОСТ В95 1071-72.

Так как номенклатура применяемых материалов должна быть минимальной и учитывающей материалы ранее выпущенных аналогичных конструкций, был выбран материал для изготовления тары - сталь Ст3. Она применяется в большинстве контейнеров данного типа. Для обеспечения коррозионной стойкости покрывается грунтовкой ГФ-032 коричневой,

наружные поверхности дополнительно покрываются эмалью ПФ-115 темно-серой. Допускаются эмали любых стандартных марок этих же цветов.

В материалах, применяемых для изготовления несущих элементов контейнера (дно, крышка, стенки) должно соблюдаться условие:

$$\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_{\text{В}}} \leq 0,8.$$

где σ_{τ} - предел текучести, Н/мм²;

$\sigma_{\text{В}}$ - временное сопротивление, Н/мм² [1].

Для стали Ст3 ГОСТ 535-2005:

$\sigma_{\tau} = 240$ Н/мм²;

$\sigma_{\text{В}} = 380$ Н/мм².

условие выполняется, значит материал выбран верно.

Расчет деталей крепления:

Для болтов и серег - Сталь 35

$\sigma_{\tau} = 320$ Н/мм²;

$\sigma_{\text{В}} = 540$ Н/мм².

Запас прочности не менее 1,35 для материалов с отношением [1]:

$$\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_{\text{В}}} \leq 0,65$$

условие выполняется, значит материал выбран верно.

Методика испытаний:

На прочность серег по схеме нагрузкой Рисп.=1,25Q (Q=30 кг – масса контейнера) в течение не менее 10 мин. Затем испытание повторить за две диагонально расположенные серьги (попарно). Испытывать по три ящика от партии. Понятие партии по ГОСТ 9570-84.

На прочность ящика при штабелировании устойчивость штабеля в количестве 6 штук от каждой партии. При этом ящики нагрузить грузами, первый ящик установить на наклонную поверхность под углом $\min 3^{\circ}30'$ по отношению к горизонтальной плоскости, остальные ящики установить последовательно друг на друга, выдержать в течение не менее 30 мин, при этом чередовать положение ящиков, входящих в ярус.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если отсутствуют остаточные деформации в деталях ящика, не нарушены сварные соединения, отсутствуют повреждения элементов конструкции и нарушения плотности их соединения, обеспечивается устойчивость штабеля [1].

Спроектированная тара позволит создать опытный контейнер и применить рассчитанные материалы в своей конструкции. А методика испытаний позволит проверить тару на соответствие требованиям ОСТ В 95 1071-72 и ГОСТ 16237-88.

Библиографический список:

1. ОСТ В 95 1071-72 Контейнеры. Общие технические требования.
2. Конструкторская документация на изделие Ж98.2310. Технические требования.
3. Конструкторская документация на изделие 9Ж13. Расчет прочности.
4. ГОСТ 535-2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.

УДК 662.613.1 + 538.9 + 666.3

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И МЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Куницына Е.А., Ларичкин В.В., Немущенко Д.А., Слесаренко Р.А.
kea_93@mail.ru, nemuschenkod@mail.ru

После тяжелой аварии на японской АЭС «Фукусима-1» ряд стран объявили о приостановке программ развития АЭС. Сегодня многие эксперты считают уголь одним из наиболее перспективных мировых источников энергии. По прогнозам потребление угля в мире будет увеличиваться на 1,5 % в год, что означает увеличение количества золошлаковых (ЗШО) отходов угольной энергетики, способствующих значительному загрязнению окружающей среды [1].

Одним из наиболее массовых способов утилизации золошлаковых отходов является их использование в производстве строительных материалов, например, керамики. Для улучшения характеристик керамики на основе ЗШО в качестве добавки используют наноразмерные частицы. Данная работа является поисковой. Её цель: исследовать эффективность применения ультразвукового и механического метода распределения наноразмерных частиц в керамической массе на основе твёрдых отходов на свойства готовых изделий.

Для получения экспериментальных образцов использовалась зола уноса ТЭЦ-3 г. Новосибирска, бентонит, отходы тарного стекла, наноразмерный диоксид кремния (Таркосил).

Оценка влияния предварительной механической обработки керамической массы на свойства керамических изделий

Образцы керамики для оценки влияния предварительной механической обработки (МО) изготавливались в соответствии с рецептурами, приведенными в таблице 1.

Табл.1. Рецептуры образцов керамики

Серия образцов	Содержание компонента, % масс.			
	Зола уноса	Бой стекла	Бентонит	SiO ₂
1	33,3	33,3	33,3	-
2	33	33	33	1

Механическая обработка осуществлялась в шаровой мельнице в течение 10, 20 и 30 минут для образцов с наноразмерным диоксидом кремния и без него.

Затем методом полусухого прессования из полученной смеси формовались образцы. Сушились на воздухе и обжигались в соответствии с подобранным ранее режимом.

В процессе обжига выяснилось, что образцы, сформованные из массы прошедшей механообработку, спекаются при более низкой температуре. Необработанные образцы спекались при температуре 1050 °С и выше, а механообработанные при этой температуре оплавливались и теряли исходную форму. В связи с этим режим обжига для механообработанных образцов был скорректирован, и образцы обжигались при более низкой максимальной температуре.

Полученные образцы испытывались на водопоглощение (ГОСТ 27180-2001 «Плитки керамические. Методы испытаний»). Результаты испытаний представлены на рисунке 1.

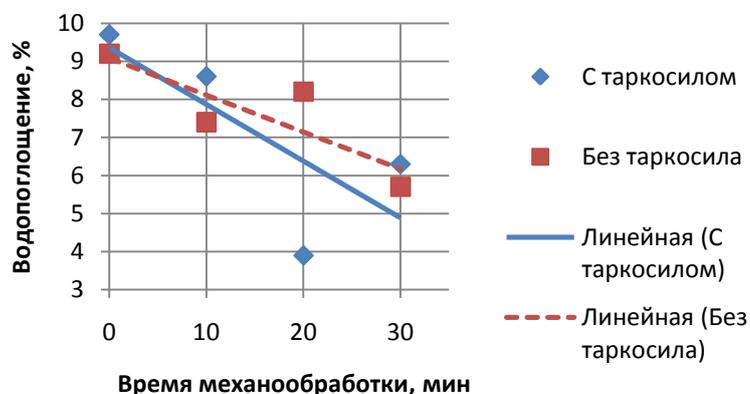


Рис.1. Зависимость водопоглощения образцов керамики от времени механообработки

Из приведенных кривых видно, что механообработка способствует значительному уменьшению водопоглощения, но однозначно оценить влияние добавки SiO₂ на изменение водопоглощения не удастся.

Также образцы испытывались на прочность при сжатии (ГОСТ 27180-2001). Результаты испытаний представлены на рисунке 2.

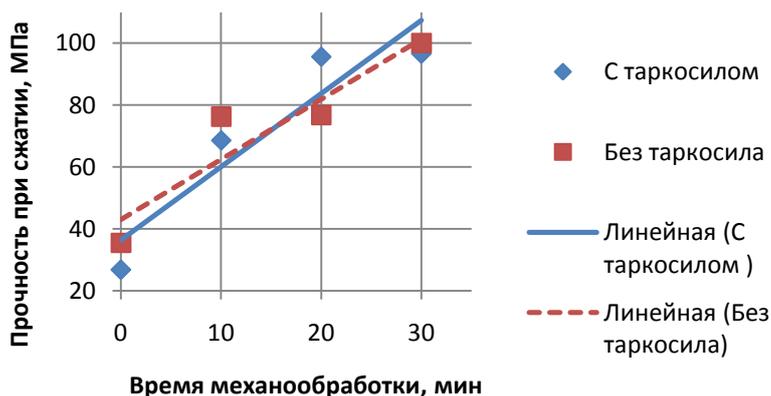


Рис.2 . Зависимость прочность при сжатии образцов керамики от времени механообработки

Из приведенных кривых видно, что механообработка способствует увеличению прочности при сжатии образцов, но наличие добавки SiO_2 не оказывает значительного влияния.

Оценка влияния ультразвукового диспергирования наноразмерных частиц на свойства керамических изделий

Образцы керамики для оценки влияния ультразвукового диспергирования изготавливались по рецептурам, приведенным в таблице 1.

Ультразвуковое диспергирование шликерной массы осуществлялось в ультразвуковой ванне с частотой колебаний 35 кГц в течение 10 и 20 минут для образцов с таркосилом и без.

Наночастицы в керамической массе распределялись двумя способами:

1) Готовился шликер, включавший золу уноса, бентонит, боя стекла, таркосил и воду, и обрабатывался интенсивным ультразвуковым полем.

2) Наноразмерный диоксид кремния распределялся в воде с помощью ультразвука. Далее на основе этой жидкости и сухой смеси бентонит+зола уноса+бой стекла создавался шликер посредством механического перемешивания.

Затем методом полусухого прессования из полученной смеси формовались образцы. Образцы высушивались на воздухе и обжигались.

Полученный образцы испытывались на водопоглощение (ГОСТ 27180-2001 «Плитки керамические. Методы испытаний»). Результаты испытаний представлены на рисунке 4.

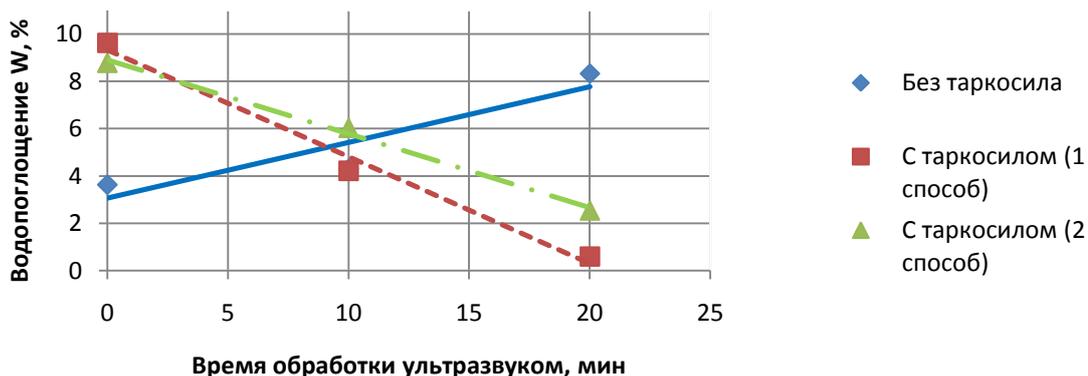


Рис. 4. Зависимость водопоглощения образцов керамики от времени ультразвуковой обработки

Из приведенных кривых видно, что обработка ультразвуковым полем образцов без наноразмерного диоксида кремния увеличивает водопоглощение. У образцов с наноразмерным диоксидом кремния наоборот - с увеличением продолжительности обработки ультразвуком водопоглощение уменьшается, причём это наиболее эффективно для образцов с вводом диоксида кремния в сухую смесь зола+бентонит+стеклобой.

Также образцы испытывались на прочность при сжатии (ГОСТ 27180-2001). Результаты испытаний представлены на рисунке 5.

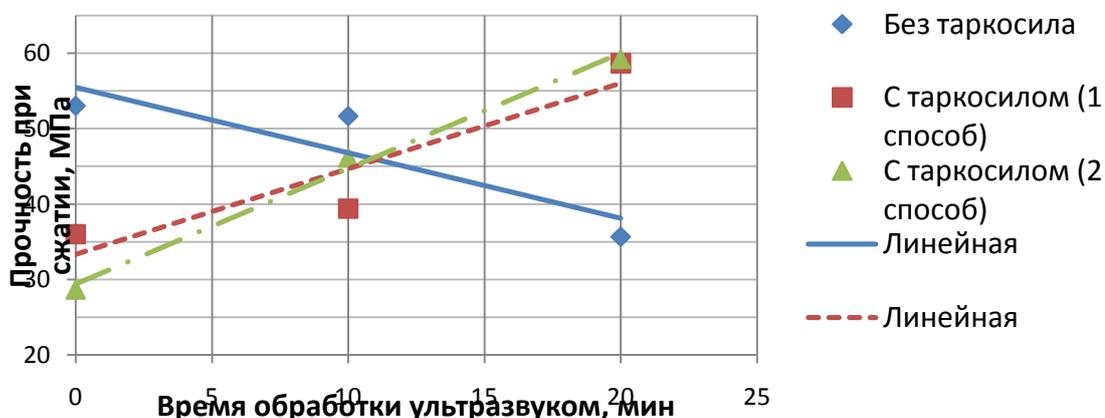


Рис.5. Зависимость прочности при сжатии образцов керамики от времени ультразвуковой обработки

Из приведенных кривых видно, что обработка ультразвуком уменьшает прочность при сжатии образцов без таркосила. Прочность образцов, имеющих в составе таркосил, с увеличением времени обработки ультразвуком увеличивается. Однозначного влияния способа введения диоксида кремния в керамическую массу не наблюдается.

В дальнейшем планируется подтвердить результаты, полученные в данной поисковой работе, а также объяснить эффекты положительного влияния

добавки наноразмерного диоксида кремния на свойства керамики современными методами анализа.

Библиографический список:

1. Крылов Д.А. Негативное воздействие микроэлементов, содержащихся в углях, золошлаковых отвалах и золе-уносе угольных ТЭС, на окружающую среду и здоровье людей. - Москва: НИЦ «Курчатовский институт», 2012. – 34 с.

УДК 621.791.12

**ИССЛЕДОВАНИЕ АМОРФИЗАЦИИ ВИХРЕВЫХ ЗОН,
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ ФОЛЬГИ НИОБИЯ И
ПЛАСТИНЫ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Кучумова И. Д., Рубцова О. А.

ivannakz@mail.ru

1. Введение

Существует множество способов получения биметаллических композиционных материалов, одним из которых является сварка взрывом. Формирование сварного соединения при сварке взрывом осуществляется за счет процесса соударения пластин под действием энергии взрыва, выделяющейся при детонации взрывчатого вещества. Образующиеся при этом высокие давления в точке контакта между свариваемыми пластинами позволяют получить высококачественное плотное соединение [1].

В данной работе представлены результаты исследований особенностей структуры сварных соединений, полученных в процессе сварки взрывом нержавеющей стали и ниобия. Биметаллы данного типа обладают высокой коррозионной стойкостью и могут использоваться в биомедицине и химической промышленности. Не смотря на то, что явление сварки взрывом, как один из способов соединения разнородных материалов, известно давно, информации о структуре получаемых сварных швов в литературе мало. В частности, структура сформировавшаяся в сварном шве между ниобием и нержавеющей сталью ранее никем не была исследована.

2. Методы и материалы

В качестве свариваемых металлов были использованы фольга ниобия размерами 50x50x0,1 мм и пластина нержавеющей стали размерами 70x70x3мм. В связи с малой толщиной пластины ниобия сварка осуществлялась под водой. При этом фольга из ниобия прикреплялась к

ведущей пластине из нержавеющей стали толщиной 0,2 мм (Рисунок 1 - Схема сварки взрывом). Данная технология использовалась ранее, например, в работе [2].

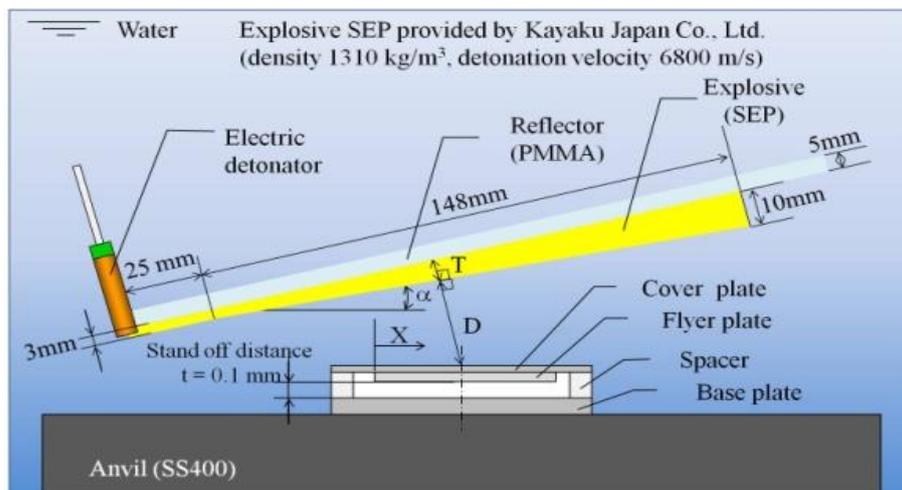


Рис. 1. Схема сварки взрывом

Полученный биметалл исследовался при помощи оптической микроскопии (микроскоп CarlZeissAxioObserverA1m), растровой электронной микроскопии (CarlZeissEVO 50 XVP) и просвечивающей электронной микроскопии (TecnaiG2 20). Образцы, для исследования на оптическом микроскопе и растровом электронном микроскопе представляли собой поперечные шлифы, которые готовились по стандартной технологии, включающей в себя: шлифование с использованием абразивных бумаг и полирование на алмазных суспензиях. Подготовка образцов для просвечивающего электронного микроскопа происходила в несколько этапов. На первом из полученных образцов вырезали полуцилиндры диаметром ~ 3 мм, которые затем склеивались так, чтобы слой ниобия находился внутри. После этого полученные цилиндрические заготовки разрезались диски толщиной около 1 мм, которые механически утонялись на абразивных бумагах и установке GatanDimpleGrinder до толщины менее 10 мкм. Финальная стадия подготовки осуществлялась при помощи метода ионного утонения. Элементный состав полученных материалов определялся при помощи метода энергодисперсионного микроанализа (установка OxfordInstrumentsX-Axt). Для оценки механических свойств полученного материала использовался метод измерения микротвёрдости по Виккерсу.

3. Результаты исследований

В ходе работы был исследован сварной шов между свариваемыми пластинами, который имел волнообразную морфологию (Рисунок 2 – Поперечное сечение сваренного взрывом образца). На вершинах и впадинах волн располагаются вихревые зоны (Рисунок 3 – Зоны перемешивания ниобия и нержавеющей стали на границе сваренных взрывом материалов). Эти зоны представляют собой области, в которых происходило перемешивание двух материалов – ниобия и нержавеющей стали. При определении элементного состава было установлено, что в состав материала

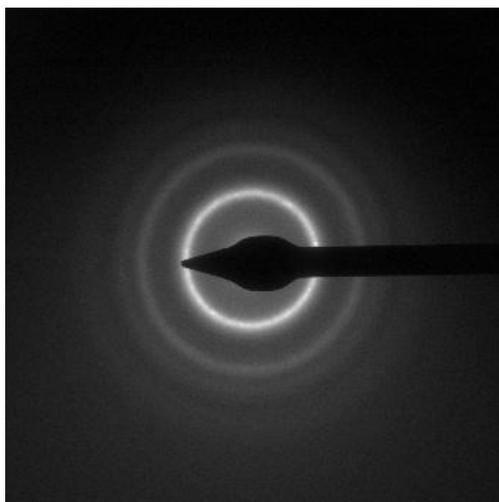


Рисунок 4 – Картина дифракции электронов, полученная с материала зоны перемешивания

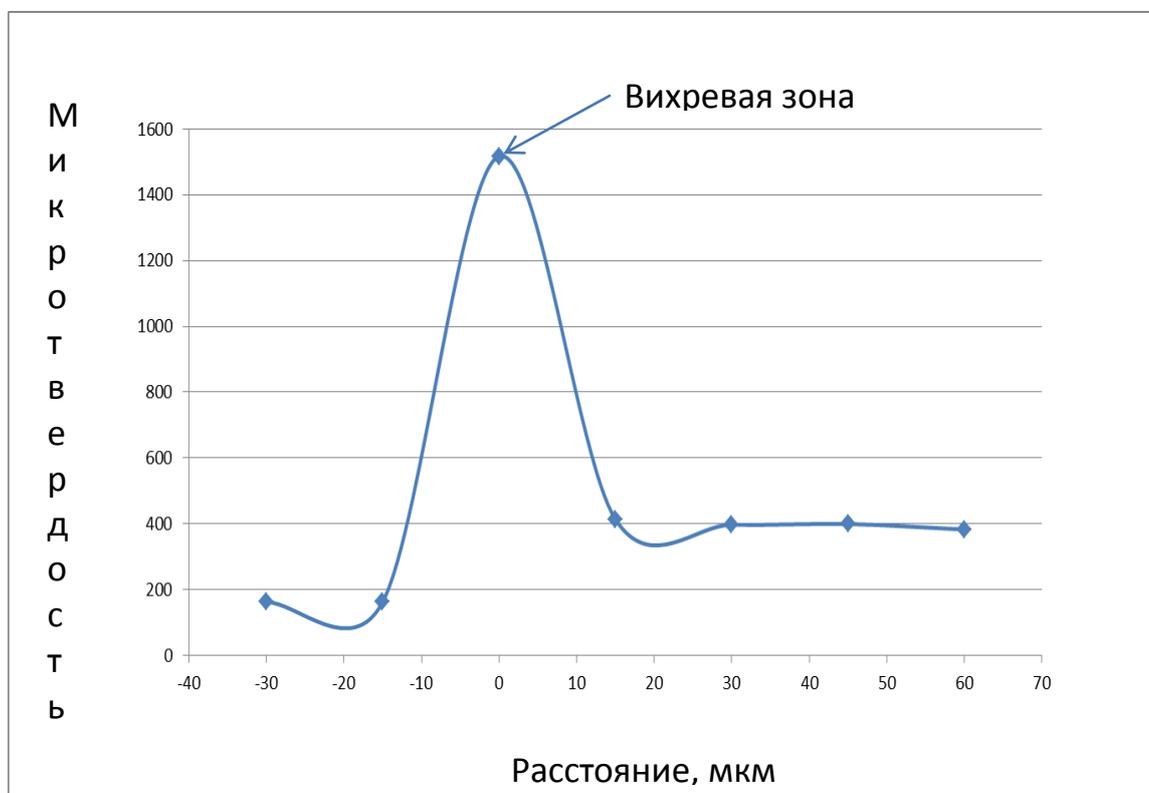


Рисунок 5 – Распределение микротвёрдости по сечению образца вблизи границы между ниобием и нержавеющей сталью

4. Выводы:

После проведенных исследований можно сделать вывод, что при сварке взрывом ниобия и нержавеющей стали образуется высококачественное соединение. Полученный биметалл не содержит крупных дефектов. На границе между ниобием и нержавеющей сталью формируются зоны перемешивания, материал которых имеет аморфную структуру, сформированную в результате высокой скорости охлаждения. Исследование эффекта аморфизации материала при сварке взрывом будут продолжены.

Библиографический список:

1. Дерibas А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом. 2-изд., доп. и перераб. – Новосибирск: Наука, 1980.
2. P. Manikandan, K. Hokamoto, A.A. Deribas, K. Raghukandan, R. Tomoshige, Explosive welding of Titanium/stainless steel by controlling energetic conditions, Materials Transactions, 47 (2006) 2049-2055.
3. Liu WD, Liu KX, Chen QY, Wang JT, Yan HH, Li XJ. Metallic glass coating on metals plate by adjusted explosive welding technique. Applied Surface Science 2009;255:9343-7

УДК 332.1338.2

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННЫМ ДОЛГОМ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Левашова Л.А.

leilalevashova@bk.ru

Кризис 2008 года неблагоприятно отразился на долгосрочной сбалансированности и устойчивости бюджетной системы Российской Федерации. Масштаб задач в сфере социально-экономической политики, зависимость от мировых цен на нефть, снижение поступлений в доходную часть бюджета, ограниченность в финансовых ресурсах сразу определили роль государственных заимствований как одних из главных источников финансирования возникающего дефицита бюджета как Российской Федерации, так и ее регионов. Ссылаясь на опыт 2008-2009 года, можно предположить, что ситуация в регионах только ухудшится благодаря еще и санкциям 2014 года и в целом непростою положению страны. За последние пять лет долг субъектов РФ вырос практически в 3 раза. На этом фоне долговая нагрузка на региональные бюджеты, которую можно рассчитать как отношение государственного долга субъекта РФ к доходам бюджета субъекта РФ без учета безвозмездных поступлений очень сильно выросла. Например, в 2011 году 23 региона попали в зону «долговая нагрузка выше 50%», 2012 году – 33 региона, 2013 году – 44 региона, а в 2014 году и вовсе 55 регионов оказались в неблагоприятном для региона положении. В условиях ограниченности собственных ресурсов и дороговизны привлекаемых заимствований реализация эффективного механизма управления ими становится основой сохранения финансовой устойчивости и стратегического развития субъектов РФ. Непродуманная долговая политика является источником экономических и даже политических рисков. А значит активное использование государственных заимствований возможно только в том случае, когда имеются четкие правила управления государственным долгом субъектов РФ. Таким образом, комплексность данной проблемы обуславливает более детального изучения отдельных аспектов управления государственным внутренним долгом РФ и пути его совершенствования.

Цель данного исследования – систематизируя накопленный опыт в сфере управления государственным долгом и анализируя долговую политику субъектов Российской Федерации, изучить, дополнить и развить подходы к управлению государственным долгом по всем видам долговых обязательств субъектов Российской Федерации.

Объектом исследования стал государственный долг субъектов Российской Федерации.

Предметом исследования выступают экономические, организационные и управленческие отношения, возникающие в процессе управления государственным долгом.

Нами был проведен мониторинг рынка кредитных ресурсов, привлекаемых субъектами Российской Федерации, с целью получения среднесрочной кредитной ставки и срока погашения кредитов. Анализируя один из видов долговых обязательств (кредиты от кредитных организаций) можно сделать вывод, что огромные средства идут на обслуживание государственного долга, тем более, в настоящее время, когда ставки процентов по кредитованию показывают рекордную отметку. Одна из ошибок управления государственным долгом – это заключение контрактов исключительно в момент нужды средств для бюджета региона, а не в благоприятный для займа период. На наш взгляд, для каждого из регионов необходим кредитный портфель, где «в запасе» будут находиться кредиты с выгодными для региона условиями (процентная ставка, срок погашения, на возобновляемой или невозобновляемой основе и т.д.). Например, на сегодняшний день, в кредитном портфеле Новосибирской области есть кредиты, заключенные с кредитными организациями по ставке 8,6% годовых, когда среднерыночная ставка заключенных контрактов по всем регионам Российской Федерации – 23,89% (данные от 17.03.2015 г.). Так же, стоит отметить, что с 2014 года появился новый инструмент в решении вопроса ликвидности – это краткосрочное кредитование через территориальные органы Федерального казначейства. Данный инструмент позволяет не привлекать дорогие банковские кредиты для покрытия временных кассовых разрывов, а в пределах финансового года пользоваться недорогими бюджетными средствами по льготной процентной ставке 0,1% годовых. Пользуясь данным инструментом, нами была рассчитана экономия областных средств за счет получения краткосрочного бюджетного кредита на пополнение остатков средств на счетах бюджета области замещая кредиты кредитных организаций. Экономия составила 4,474 млн. рублей за 30 дней

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ КАНАТОВ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Левин В.Е., Валишевская А.О.

levin@craft.nstu.ru, aleksandra.val@rambler.ru

Среди конструкций, созданных человеком, большое распространение получили мосты, в которых в качестве элементов конструкции используются канаты-вантовые сети. Вантами называют гибкие нити, которые работают только на растяжение. Зная свойства материала и расположение опорных точек – закрепленных концов нити – можно найти форму провисания нити в поле сил тяжести.

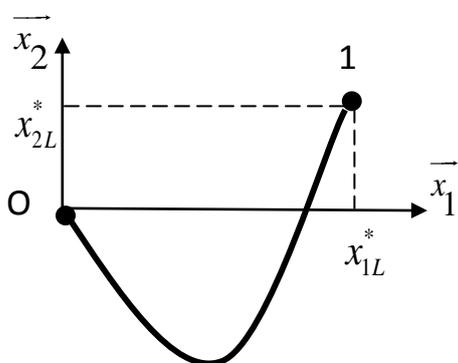


Рис. 1. Координаты точек

Для последующей работы с сетями нужно рассмотреть форму отдельной нити, подвешенной в двух точках находящейся в поле сил тяжести. Существует несколько способов записи выражений для форм нити. Более удобный для записи параметрический метод. В данном представлении мы имеем, если рассматриваем одну нить, две неизвестные – параметры u_0, u_L . Система нелинейных уравнений для их поиска

имеет вид:

$$\bar{x}_{1l}^* = \frac{u_l - u_0}{sh(u_l) - sh(u_0)}, \quad \bar{x}_{2l}^* = \frac{ch(u_l) - ch(u_0)}{sh(u_l) - sh(u_0)}$$

где $\bar{x}_{1l}^*, \bar{x}_{2l}^*$ - координаты правого закрепленного конца нити. Рекомендованный метод полностью изложен в [1]. Данный метод удобен тем, что в один из концов нити помещается начало системы координат.

Представленный метод работает для двумерного пространства. Для полного представления задачи нам потребуется работать в трехмерном пространстве.

Возьмем одну нить из сети нитей. Введем глобальную систему координат - \bar{y}_k , ортами

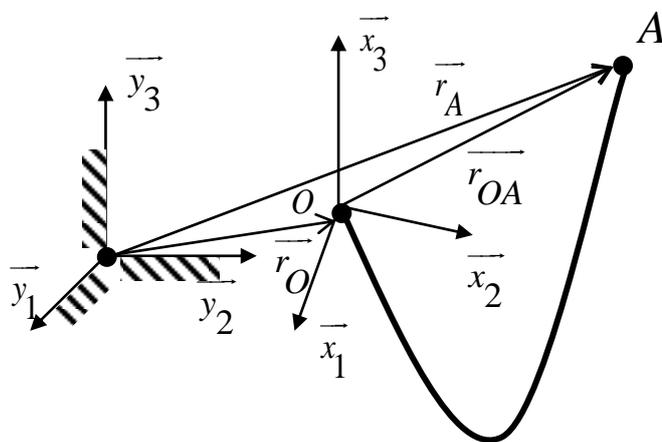


Рис.2. Представление систем координат

которой являются \overline{j}_k ($k = 1, 2, 3$). Данная система координат зафиксирована и не двигается. В текущей системе координат висит нить, как показано на рисунке. Представленная нить порождает свою трехмерную систему координат – локальную – с осями \overline{x}_k , орты которой обозначены как \overline{i}_k данный базис и определяет плоскость, в которой висит нить. Локальная система координат, если рассматривать сеть из нитей, у каждого элемента сетки – для каждой нити – своя (по-своему направлена), поэтому правильной обозначать \overline{x}_k^p , где p – номер нити. Как было сказано ранее, мы используем параметрический метод записи уравнений для формы нити, это обозначает, что локальная система координат нити будет начинаться в одном из концов нити.

Мы можем найти расстояние между узлами нити:

$$l_{OA}^p = \sqrt{(x_{kA} - x_{kO})(x_{kA} - x_{kO})}$$

где по индексу k проводится суммирование. Длину нити обозначим l^p , причем $l_{OA}^p \leq l^p$.

Заметим, что ось нити \overline{x}_3^p в локальной системе координат параллельна вертикальной оси в глобальной системе координат.

В локальной системе координат, как уже выяснено, левый конец нити имеет нулевые координаты, а координаты правого конца нити имеют вид:

$$x_{1A} = 0, x_{2A} = \sqrt{(x_{1A} - x_{1O})^2 + (x_{2A} - x_{2O})^2}, x_{3A} = y_{3A} - y_{3O}$$

Таким образом граничные условия для поиска конфигурации нити будут следующими:

$$x_{1I}^p = \sqrt{(x_{1A} - x_{1O})^2 + (x_{2A} - x_{2O})^2}, x_{2I}^p = y_{3A} - y_{3O}$$

Так же параметрами для построения формы нити, принадлежащие поиску, будут u_0^p, u_L^p соответственно.

Для последующих вычислений нам понадобится упрощенная запись перехода от глобальной системы координат к локальной и наоборот. Предложенная запись связи базисов систем координат будет иметь вид:

$$\overline{j}_k = \lambda_{kn}^p \overline{i}_n^p, (k, n = 1, 2, 3)$$

Найдем выражение для матрицы λ . Обозначим:

$$\sin \alpha^p = \frac{x_{1A} - x_{1O}}{\sqrt{(x_{1A} - x_{1O})^2 + (x_{2A} - x_{2O})^2}}, \cos \alpha^p = \frac{x_{2A} - x_{2O}}{\sqrt{(x_{1A} - x_{1O})^2 + (x_{2A} - x_{2O})^2}}$$

Тогда можно записать матрицу связи векторов – базисов систем координат, которая примет вид:

$$\lambda^p = \begin{pmatrix} \cos \alpha^p & -\sin \alpha^p & 0 \\ \sin \alpha^p & \cos \alpha^p & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Обратная матрица связи имеет вид:

$$(\lambda^p)^{-1} = \eta^p = \begin{pmatrix} \cos \alpha^p & \sin \alpha^p & 0 \\ -\sin \alpha^p & \cos \alpha^p & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Тогда обратная форма связи базисов будет выглядеть так:

$$\vec{i}_k = \eta_{kn}^p \vec{j}_n^p, (k, n = 1, 2, 3)$$

Предложенное упрощение мы будем использовать в дальнейших расчетах для сетей из нитей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию №2014/138, проект № 435.

Библиографический список:

1. Левин В.Е. Деформирование криволинейных стержней. Часть 1. Учебное пособие/В.Е. Левин. – Новосибирск:НГТУ, 2004. – 84с.
2. Качурин В.К. Теория висячих систем/В.К. Качурин. Л., 1962. – 223с.

ДИНАМИКА НЕОДНОРОДНОГО ПОДВЕШЕННОГО КАНАТА

Новосибирский государственный технический университет, г.

Новосибирск

Левин В.Е., Степанчук М.С.

levin@craft.nstu.ru, m.stepanchuk92@mail.ru

Висящие массивные нити часто подвержены колебаниям. Если нить однородная, то поставить задачу о колебаниях можно рассматривая ее равновесие в двух случаях - в исходном и отклоненном положениях. При этом мы учитываем только малые отклонения, и поэтому удерживаем в уравнениях только слагаемые в первой степени.

Рассмотрим колебания неоднородной нити, состоящей из двух участков различной плотности. В природе нередко можно встретить висящие тросы, веревки, провода с разными плотностями, массами и толщинами. Как раз такой случай мы и будем рассматривать. Также запишем уравнения равновесия таких нитей и условия их стыковки. Посмотрим, как будет изменяться их форма в зависимости от задаваемых значений mg . Рассмотрим несколько случаев для двух нитей.

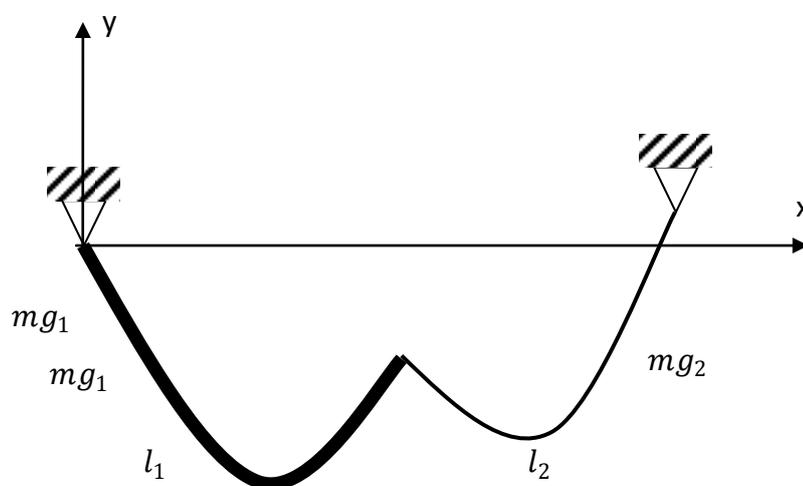


Рис. 1. Стыковка двух нитей

Запишем уравнения равновесия нити с двумя участками различной массы, задавая внешние силы P_1 и P_2 равными нулю, а вес и длины нитей будем менять[1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{u_l^{(1)} - u_0^{(1)}}{Sh(u_l^{(1)}) - Sh(u_0^{(1)})} \cdot l_1 + \frac{u_l^{(2)} - u_0^{(2)}}{Sh(u_l^{(2)}) - Sh(u_0^{(2)})} \cdot l_2 = x_{1l}^{*(2)} \\ \frac{Ch(u_l^{(1)}) - Ch(u_0^{(1)})}{Sh(u_l^{(1)}) - Sh(u_0^{(1)})} \cdot l_1 + \frac{Ch(u_l^{(2)}) - Ch(u_0^{(2)})}{Sh(u_l^{(2)}) - Sh(u_0^{(2)})} \cdot l_2 = x_{2l}^{*(2)} \\ \frac{1}{Sh(u_l^{(1)}) - Sh(u_0^{(1)})} \cdot mg_1 + \frac{1}{Sh(u_l^{(2)}) - Sh(u_0^{(2)})} \cdot mg_2 + P_1 = 0 \\ \frac{Sh(u_l^{(1)})}{Sh(u_l^{(1)}) - Sh(u_0^{(1)})} \cdot mg_1 + \frac{Sh(u_l^{(2)})}{Sh(u_l^{(2)}) - Sh(u_0^{(2)})} \cdot mg_2 + P_2 = 0 \end{array} \right. , \quad (1.1)$$

где $x_{1l}^{*(2)}$ и $x_{2l}^{*(2)}$ - координаты второго закрепления нити, l_1 и l_2 - длины нитей, mg_1 и mg_2 - вес нитей. Каждая нить имеет свою длину и массу. Из данной системы определим четыре неизвестных параметра: $u_l^{(1)}, u_0^{(1)}, u_l^{(2)}, u_0^{(2)}$. Задавая различные значения mg , построим конфигурации каждой нити.

Проводя вычисления в MathCADe, мы получим три разные конфигурации. В первом случае зададим $mg_1 = 0.1mg$, а $mg_2 = 0.9mg$, где $mg = 10$, построим результат (рис.2):

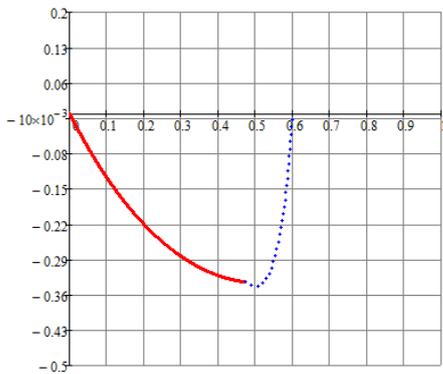


Рис. 2. Форма нити при $mg_1 = 0.1mg$ и $mg_2 = 0.9mg$

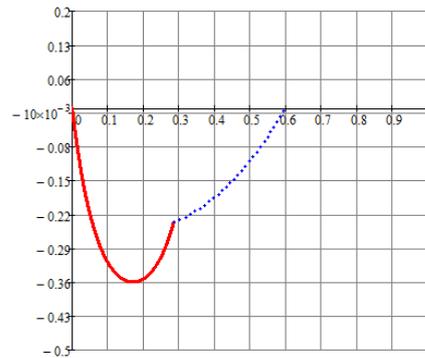


Рис. 3. Форма нити при $mg_1 = 0.9mg$, а $mg_2 = 0.1mg$

Рассмотрим другой случай, когда $mg_1 = 0.9mg$, а $mg_2 = 0.1mg$. Конфигурация нитей заметно изменилась, что видно из рис.3.

Так же рассмотрим случай, когда они одинаковы, т.е. $mg_1 = 0.5mg$, и $mg_2 = 0.5mg$. Получим такой результат:

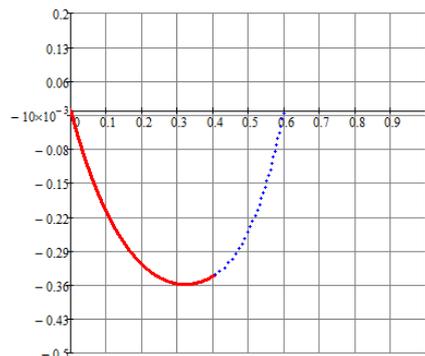


Рис. 4. Форма нити при $mg_1 = 0.5mg$, а $mg_2 = 0.5mg$

Итак статическая конфигурация нити будет различной для разного сочетания весов ее частей. Используя полученные решения, можно поставить задачу о колебаниях неоднородной нити.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию №2014/138, проект № 435.

Библиографический список:

Левин В.Е. Деформирование криволинейных стержней. Часть 1. Учебное пособие/В.Е. Левин. – Новосибирск:НГТУ, 2004. – 84с.

УДК 621.9.048.7

ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕКРЫТИЯ ЗОН ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ «ЭКСЦЕНТРИК»

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Литвинова Н.С.

litvinova_93@list.ru

В статье рассмотрены результаты исследования влияния коэффициента перекрытия на поверхностное термоупрочнение и выбор соответствующих режимных параметров для термоупрочнения заданной поверхности детали.

Введение

В настоящее время в технологии изготовления деталей машин и инструментов широко используются различные методы упрочнения, направленные на повышение эксплуатационных свойств. К ним следует отнести следующие технологии поверхностного упрочнения: термические [1], химико-термические [2], поверхностное пластическое деформирование [3], нанесение различного рода покрытий [4]. Весьма привлекательными из рассмотренных технологий являются методы термического упрочнения с использованием высокоэнергетических источников воздействия (лазерных, плазменных, электронно-лучевых). Упрочнение металлических материалов при использовании высокоэнергетических источников основано на их локальном высокоскоростном нагреве и быстром охлаждении за счет теплоотвода в глубь изделия.

В настоящей работе рассматривается возможность использования лазерного непрерывного излучения для термообработки рабочей поверхности эксцентрика, выполненного из стали 40ХН ГОСТ 4543-71 (рис.1. Эксцентрик)

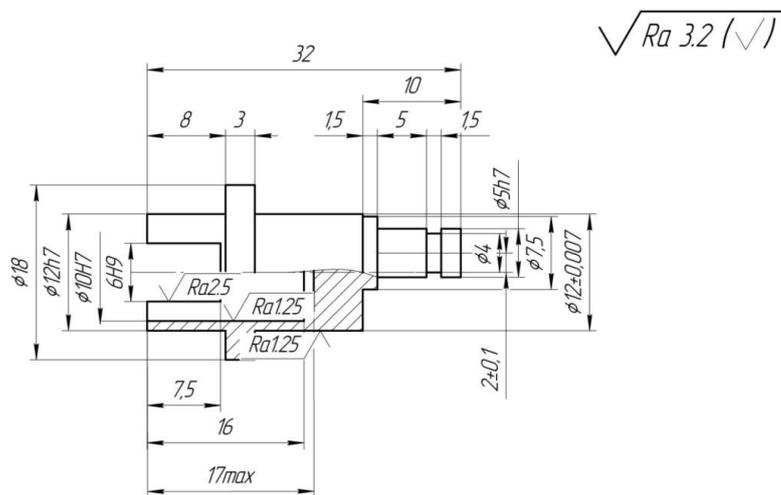


Рис. 1. Эксцентрик

Выбор технологических режимов лазерного термоупрочнения

Основными параметрами технологических режимов лазерного термоупрочнения являются: скорость перемещения луча, коэффициент сосредоточенности теплового источника, его мощность и коэффициент перекрытия зон нагрева на обрабатываемой поверхности. В качестве источника тепловой энергии предлагается использовать лазерный технологический комплекс «Хебр» непрерывного действия с длиной волны 10.6 мкм. Коэффициент сосредоточенности определяется фокусировкой излучения для обеспечения определённой величины зоны закалки. При этом мощность лазерного излучения составляет 1300 Вт. Для установления оптимальной величины коэффициента перекрытия зон термоупрочнения представляется возможным использовать результаты экспериментальных исследований работы [5], посвященных изучению влияния коэффициента перекрытия на распределение поверхностной твердости.

В исследовании [5] автор использовал в качестве источника нагрева плазмотрон прямого действия мощностью дуги 1820 Вт при скорости его перемещения 1.7 м/мин. Сочетание технологических режимов позволило сформировать зону термоупрочнения шириной 6.45 мм. Обработке подвергались образцы, выполненные из стали 45 ГОСТ 1050-88. На рисунках 2-4 представлены результаты исследований распределения поверхностной твердости при различных значениях коэффициента перекрытия.

Коэффициент перекрытия зон термоупрочнения согласно [5] определяется следующим образом:

$$K_{\Pi} = \frac{S}{2r_3} = \frac{S}{m \cdot k}$$

где, S – подача, мм/ход, $2r_3$ – ширина зоны термоупрочнения, мм, m – коэффициент, зависящий от режима нагрева ($m=0-1.4$ для исследования диапазона режимов), K – коэффициент сосредоточенности источника, $1/\text{см}^2$.

Анализ полученных в работе [5] результатов позволяет считать наиболее приемлемым для решения поставленной задачи по термоупрочнению рабочей поверхности эксцентрика режим, соответствующий коэффициенту

перекрытия $K_{\Pi} = 0.612$ ($S = 3.95 \frac{\text{мм}}{\text{ход}}$). Принятое решение можно объяснить тем, что на данном режиме достигается большие значения верхней и нижней границ микротвердости (рис. 2) по сравнению с режимом $K_{\Pi}=0.806$, $S=5.2$ мм/ход (рис.3)

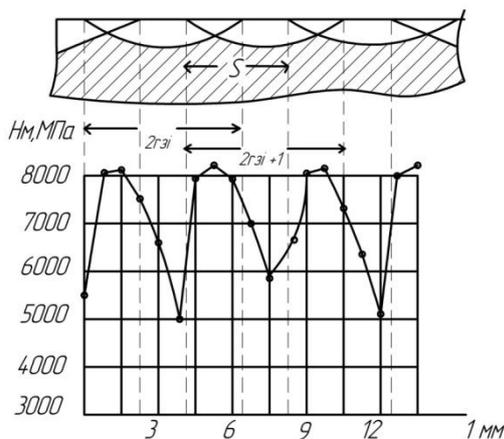


Рис. 2. График распределения микротвердости по поверхности при $K_{\Pi} = 0.612$, $S = 3.95 \frac{\text{мм}}{\text{ход}}$, $2r_3 = 6.45$ мм.

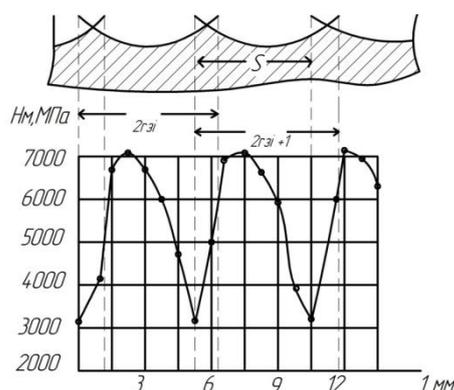


Рис. 3. График распределения микротвердости по поверхности при $K_{\Pi} = 0.806$, $S = 5.2 \frac{\text{мм}}{\text{ход}}$, $2r_3 = 6.45$ мм.

Так при $K_{\Pi} = 0.612$ максимальное значение микротвердости поверхности достигает 9200 МПа, а минимальное-5000 МПа. Дальнейшее изменение коэффициента перекрытия до значения $K_{\Pi} = 0.403$ ($S = 2.6 \frac{\text{мм}}{\text{ход}}$) приводит к снижению как верхней (5800 МПа), так и нижней (3500 МПа) границ микротвердости (рис. 4).

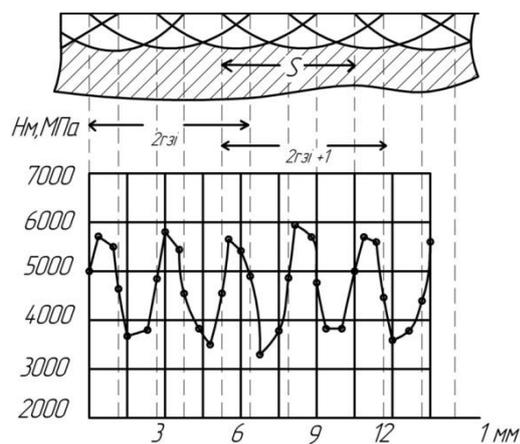


Рис. 4. График распределения микротвердости по поверхности при $K_{\Pi} = 0.403$, $S = 2.6 \frac{\text{мм}}{\text{ход}}$, $2r_3 = 6.45$ мм.

Принимая во внимания тот факт, что в данной работе используется источник нагрева мощностью 1300 Вт, а в исследованиях [5]- 1820 Вт, необходима корректировка в части уточнения скорости обработки. Дополнительные исследования позволили определить соответствующее значения скорости, равное $V=1.25$ м/мин, обеспечивающее получение аналогичного упрочняющего эффекта.

Сравнение химического состава исследуемой стали 40ХН и материала исследований работы [5] свидетельствует о том, что режимные параметры упрочнения модельного материала (стали 45) могут быть использованы для термоупрочнения материала эксцентрика.

Вывод

Таким образом для повшения эксплуатационных свойств рабочей поверхности эксцентрика предлагается использование непрерывного лазерного упрочнения с длиной волны 10.6 мкм, мощностью излучения 1300Вт, на режимных параметрах $V=1.25$ м/мин, $S=0.395$ мм/ход.

Библиографический список:

1. Исхакова Г.А., Рахимьянов Х.М. Исследование микроструктуры и механических свойств стали 45 после плазменного термоупрочнения // Электронная обработка материалов. 1987. – № 5. – С. 24-27.
2. Рахимьянов Х.М., Еремина А.С. Цементация низкоуглеродистой стали при нагреве в электролитах // Упрочняющие технологии и покрытия. 2006.-№3- С.9-12.
3. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю.С., Третьяков М.А. Повышение качества поверхностного слоя деталей с покрытиями ультразвуковым пластическим деформированием // Механики XXI века. 10 Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием: сборник докладов. - Братск : ГОУ ВПО "БрГУ", 2011. - С. 83-85
4. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю.С., Третьяков М.А. Повышение качества поверхностного слоя деталей с покрытиями малой толщины из нанокристаллических порошков ультразвуковым пластическим деформированием // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2011. – № 3. – С. 18-22.
5. Рахимьянов Х.М. Влияние коэффициента перекрытия пятен нагрева в схемах комбинированного поверхностного упрочнения на распределение поверхностной твердости // Труды третьей международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения» АПЭП- 96. Т1. – Новосибирск,

1996. – С. 159-165.

УДК 621.789

ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ФИНИШНОЙ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Лухачев А.П.

nahat@yandex.ru

Введение.

В современном машиностроении большое внимание уделяется повышению долговечности и износостойкости деталей машин. Как правило, выполнение технических требований, предъявляемых к деталям с целью обеспечения эксплуатационных свойств детали, достигаются на финишных этапах технологического процесса обработки. В настоящее время используют множество способов повышения качества поверхностного слоя деталей машин. Перспективным методом является ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование (УЗПД). УЗПД заключается в пластическом деформировании поверхностного слоя деталей, в результате которого образуется регулярный микрорельеф, упрочненный поверхностный слой. При этом снижается величина шероховатости [1].

Точность и качество обработки на каждом этапе технологического процесса изготовления детали зависят как от параметров самой обработки, так и от исходного состояния поверхности. Известно, что отклонение формы исходной заготовки частично переносится на деталь [2]. Точность обработки обеспечивается путем постепенного приближения к требуемому качеству за несколько этапов (черновой, чистовой). Кроме того, следует учитывать исходную шероховатость поверхности, полученную на предшествующей обработке.

Проведено достаточное количество исследований по технологической наследственности при обработке резанием. Однако УЗПД представляет собой обработку без снятия слоя металла и обладает некоторыми особенностями, отличающими его не только от механической обработки, но и от других методов поверхностного пластического деформирования. Таким образом, целью данной работы является анализ особенностей технологического наследования при УЗПД. Для этого необходимо установить взаимосвязи точности размеров и формы, а также шероховатости поверхности на этапах окончательной (УЗПД) и предшествующей получистовой обработки. УЗПД является разновидностью ударного метода пластического деформирования, при котором инструменту сообщаются ультразвуковые колебания, под действием которых инструмент ударяется о поверхность детали, пластически деформируя её. В данной работе рассматривается случай, когда УЗПД осуществляется по схеме токарной обработки цилиндрических деталей на универсальном токарно-винторезном станке. К режимам УЗПД относятся: скорость вращения детали (V , м/мин), подача (S , мм/об), амплитуда (A , мкм),

частота (f , Гц), статическое усилие (F_{ct} , Н).

Влияние УЗПД на геометрические параметры обрабатываемой поверхности

При воздействии деформатора на поверхность детали происходит смятие микронеровностей. На рис.1 представлена схема обработки при ультразвуковом пластическом деформировании, где d_1 – исходный диаметр детали до УЗПД, мм; d_2 – конечный диаметр после УЗПД, мм; δ – разница высот микронеровностей на предшествующем этапе обработки и после УЗПД.

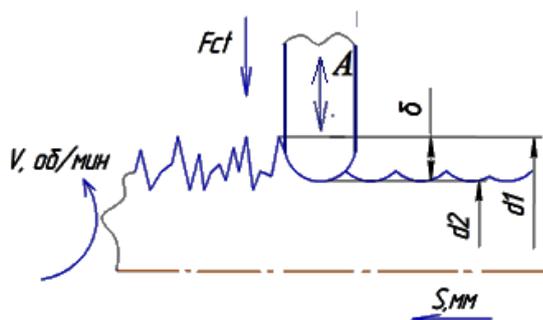


Рис.1. Схема обработки при ультразвуковом пластическом деформировании.

В работе [3] представлены исследования по назначению промежуточных размеров цилиндрической поверхности в технологическом процессе, включающем УЗПД. Показано, что при определенных значениях шероховатости (выше критической, определяемой для конкретных условий обработки) обрабатываемый размер после УЗПД уменьшается, при меньшем – остается неизменным. При этом размер изменяется в пределах высоты микронеровностей.

Шероховатость после УЗПД согласно работам [4, 5] определяется режимами обработки. На рис.2. представлена зависимость изменения шероховатости от подачи S при постоянной скорости $V=90$ м/мин, статическом усилии $F_{ct}=50$ Н, частоты $f=22000$ Гц, амплитуды $A=25$ мкм, полученные расчетом по модели, представленной в работе [6].

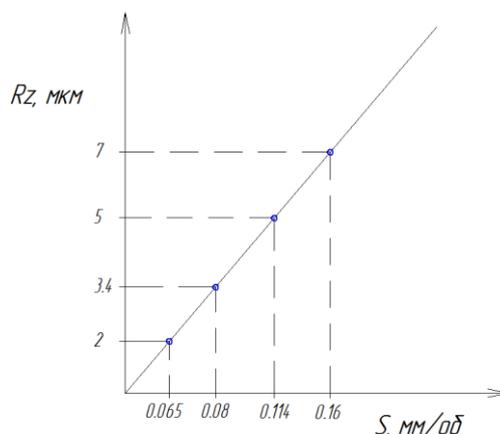


Рис.2. График зависимости изменения шероховатости R_z от подачи S . Следует отметить, что окончательная шероховатость после УЗПД может

быть рассчитана по модели только при условии, что высота неровностей исходной поверхности не будет превышать критического значения. В противном случае на обработанной УЗПД поверхности будут наблюдаться следы предшествующей обработки [5].

Отклонение формы поверхности при УЗПД

Как известно, реальная форма поверхности заготовок отличается от номинальной. На этапах технологического процесса деталь постепенно приближается к требуемой геометрической форме, но тем не менее отклонение формы будет частично переноситься на готовую деталь. Также после УЗПД реальный профиль детали имеет отклонение от формы. В работе [3] показано, что УЗПД практически не изменяет отклонения формы исходной поверхности. Это объясняется нежесткой системой поджатия инструмента к детали, что позволяет инструменту отслеживать неровности на поверхности.

Выводы

В ходе анализа рассматривались вопросы технологического наследования деталей при УЗПД. Выявлено, что вследствие ультразвуковой обработки происходит изменение геометрических параметров детали. Размер детали менялся в пределах величины микронеровностей полученных на предшествующем этапе механической обработки. Помимо этого форма детали имеет отклонение от круглости, которое частично наследуется на всех этапах технологического процесса. УЗПД не значительно влияет на величину отклонения формы поверхности. Кроме того после УЗПД не всегда формируется полностью новый регулярный микрорельеф – бывают случаи, что остаются следы предшествующей обработки, поэтому необходима предварительная получистовая обработка с соответствующей шероховатостью.

Библиографический список:

1. Рахимьянов Х.М., Семенова Ю. С., Сауткина М. А., Скрынник В. А., Лихачев А.П. Выбор режимов ультразвукового пластического деформирования для обеспечения геометрического состояния поверхности при ее подготовке перед нанесением покрытия // Инновации в машиностроении : труды 4-ой международной науч.-практ. конф., г. Новосибирск, 2-4 октября 2013 / под ред. Х.М. Рахимьянова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – С. 198-203.
2. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1969. - 358с.
3. Красильников Б. А., Семенова Ю. С., Сауткина М. А., Скрынник В. А. Расчет операционных размеров на этапах технологического процесса нанесения покрытий // Актуальные проблемы в машиностроении: материалы I междунар. науч.-практ. конф. / под ред. В.Ю. Скибы. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – С. 99-105.
4. Солоненко О.П., Алхимов А.П., Рахимьянов Х.М. и др. Высокоэнергетические процессы обработки материалов. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. - 425 с. (Низкотемпературная плазма. Т.18).