

B 381.1

C. 56

29

АКАДЕМИЯ НАУК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РФ
МИНИСТЕРСТВО АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ РФ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**XIV СОВЕЩАНИЕ
ПО УСКОРИТЕЛЯМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

Институт физики высоких энергий
Протвино, 25-27 октября 1994 года

ИМПУЛЬСНЫЕ ВПУСКНЫЕ И ВЫПУСКНЫЕ МАГНИТЫ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ
СИБИРЬ-1 И СИБИРЬ-2

А. В. Евстигнеев, В. А. Киселев, В. Н. Корчуганов, Ю. Ф. Токарев,
А. В. Филипченко, В. Д. Юдин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Для накопителя электронов на 2.5 ГэВ СИБИРЬ-2 принята каскадная схема инжекции: электроны из форинжектора - линака (80 МэВ) ускоряются до 450 МэВ в бустерном накопителе СИБИРЬ-1, а затем инжектируются в основное кольцо. В докладе описываются конструкция, параметры и экспериментальные результаты тестирования импульсных впускных и выпускных магнитов, установленных на накопителях СИБИРЬ-1 и СИБИРЬ-2.

СТАТУС И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ НА НАКОПИТЕЛЕ ЭЛЕКТРОНОВ СИБИРЬ-2

В. Н. Корчуганов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Накопитель электронов на энергию 2.5 ГэВ СИБИРЬ-2 является источником синхротронного излучения в широком диапазоне длин волн от вакуумного ультрафиолета до жесткого рентгена. Магнитная структура СИБИРЬ-2 оптимизирована с целью получения высокой яркости и постановки специальных генераторов излучения (змеек и ондуляторов). Инжекционная часть комплекса СИБИРЬ введена в эксплуатацию и позволяет осуществить инжекцию в СИБИРЬ-2. В докладе дается статус источника СИ и перспективы по запуску основной установки комплекса СИБИРЬ-2.

**ИНЖЕКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАКОПИТЕЛЯ
ЭЛЕКТРОНОВ - ИСТОЧНИКА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СИБИРЬ-2**

А. М. Зеленин, А. С. Калинин, В. Н. Корчуганов, Г. Н. Кулипанов,
Е. Б. Левичев, Ю. Г. Матвеев, Г. Н. Острейко, В. В. Сажаев,
Г. В. Сердобинцев, В. А. Ушаков, А. В. Филипченко

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

А. Г. Валентинов, А. А. Кадников, Ю. В. Крылов, С. Н. Кузнецов, Д. Г. Одинцов,

В. Л. Ушков, Ю. Л. Юпинов

РНИИ Курчатовский Институт, Москва

Специализированный источник синхротронного излучения накопитель электронов на энергию 2.5 ГэВ, спроектированный и изготовленный в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН для РНИИ Курчатовский Институт находится в стадии запуска. Инжекционная часть источника включает в себя форинжектор - линак (80 МэВ), бустерный накопитель СИБИРЬ-1 (450 МэВ) и каналы транспортировки. В настоящее время все установки инжекционного комплекса введены в эксплуатацию и готовы к осуществлению инжекции в основное кольцо. В докладе приводятся экспериментальные результаты по работе комплекса.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ СИБИРЬ-2 С УЧЕТОМ
РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. Н. Корчуганов, Е. Б. Левичев, В. В. Сажаев, А. В. Филипченко
Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Накопитель электронов СИБИРЬ-2 оптимизирован для получения малого эмиттанса пучка и высокой яркости синхротронного излучения. Известно, что такие специализированные источники СИ весьма чувствительны к различного рода возмущениям. В докладе описывается методика обработки магнитных измерений элементов накопителя, учет реального распределения магнитного поля для расчета динамики пучка и параметров ускорителя, коррекция магнитной структуры для достижения требуемых параметров источника СИ.

имеет в ускорителях ионов с электронным пучком, способствующим появлению тормозного излучения при попадании электронов на поверхность резонатора или трубок дрейфа.

Исследовано влияние мягкого тормозного и ультрафиолетового излучения плазмы в ионном инжекторе на устойчивость работы ВЧ-структуры в ионном ускорителе.

**Реализация принципа магнитной изоляции
в ускоряющих структурах
на основе однозакорных резонаторов (теория и эксперимент)**

Н.И.Абраменко, Б.Ю.Богданович, М.Д.Каретников,
Н.А.Лень, А.В.Нестерович, М.А.Тюбаев
Московский инженерно-физический институт

Дано физическое обоснование и приведены результаты расчетов в системе на основе последовательности однозакорных резонаторов, в которых с помощью включенных встречно соседних соленоидов создается периодическое магнитное поле, обеспечивающее магнитную изоляцию электронов автоэмиссии, ответственных за бесполезный расход вводимой ВЧ-мощности, ВЧ-пробоя, и приводящих к рассогласованию резонаторов с генератором. Приведены результаты эксперимента на отдельном резонаторе, показавшего практическую реализуемость данного принципа (достигнуто восьмикратное увеличение вводимой мощности при индукции магнитного поля порядка 3 Тл в максимуме).

Определены условия существования режима магнитной изоляции, в частности, требования к отсутствию резонансного поглощения мощности при электронном циклотронном резонансе.

Генератор высоковольтных наносекундных импульсов

Б.И.Грипанов, А.И.Бутаков, Ю.А.Немков, А.Р.Фролов
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера
СО РАН, Новосибирск*

Для обеспечения инжекции и накопления электронов и позитронов в Фи-фабрику БИЯФ (Новосибирск) разработан генератор, формирующий с частотой до 5 Гц пары разнополярных импульсов прямоугольной

формы амплитудой до 100 кВ каждый на нагрузке 50 Ом. Импульсы имеют длительность на полувысоте 13 нс при времени нарастания и спада не более 3 нс. Оба импульса формируются при срабатывании одного коммутатора, что обеспечивает их жесткую взаимную синхронизацию. Обеспечивается наносекундная синхронизация с запуском. Амплитуда выходных импульсов может оперативно перестраиваться с пульта управления.

Генератор выполнен по схеме с двумя двойными формирующими линиями (ДФЛ), которые заряжаются напряжением противоположной полярности от повышающих импульсных трансформаторов за время около 200 мкс, амплитуда зарядного напряжения до 100 кВ. ДФЛ коммутируются друг на друга последовательным искровым разрядником, работающим в атмосфере азота при давлении до 20 ати. Они имеют коаксиальное исполнение и заполнены элегазом при давлении до 5 ати. Применена схема поджига, позволяющая достигнуть наносекундную синхронизацию при запуске от импульсного водородного тиратрона с анодным напряжением 25 кВ.

Измерение времени отклика фотокатода из арсенида галлия

W

П.В.Логачов, А.В.Александров, А.В.Новохатский
Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия

R.Calabrese and V.Guidi
Dipartimento di Fisica dell'Universita, I-44100 Ferrara, Italy

G.Ciullo, G.Lamanna and B.Yang
Laboratori Nazionali di Legnaro, I-35020 Legnaro, Italy

L.Tecchio
Dipartimento di Fisica Sperimentale dell'Universita, Torino, Italy

Электронные ВЧ-пучки с фотокатодом, возбуждаемым лазером, в последнее время вызывают большой интерес в связи с их способностью генерировать импульсные сильноточные пучки малой длительности и с малым эмиттансом. Фотокатоды из GaAs способны эмиттировать пучки электронов с высокой степенью поляризации. Для работы ВЧ-пучки время отклика фотокатода весьма существенно, если оно сравнимо по порядку величины с периодом ВЧ. Построена экспериментальная установка для измерения длительности электронного пучка генерируемого GaAs

фотокатодом под действием импульса лазерного излучения с полной шириной 150 пс. Развита метод измерения длительности пучка с использованием круговой развертки пучка в СВЧ-резонаторе. Для вытягивания пучка использовалась пушка с постоянным напряжением до 50 кВ. Наименьшая измеренная длина сформированного пучка составила 175 ± 25 пс при $5 \cdot 10^8$ частиц в сгустке. Длина пучка увеличивается при увеличении числа частиц в пучке. В представляемой работе описана экспериментальная установка и приведены полученные результаты.

Высокочастотная ускоряющая система нуклотрона

Н.Н.Блинные, О.И.Бровко, А.И.Михайлов, О.В.Прозоров,
В.В.Слесарев, А.П.Царенков

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Сообщается о построении высокочастотной ускоряющей системы Нуклотрона, обеспечивающей ускорение широкого спектра заряженных частиц на 5-ой гармонике частоты обращения пучка по орбите. Диапазон модуляции частоты (0,6-6) МГц. Номинальная амплитуда ускоряющего напряжения на каждой из трех ускоряющих станций 8 кВ.

Аппаратура задающей электроники обеспечивает высокую стабильность связи частоты с ведущим магнитным полем, благодаря чему отклонение пучка по радиусу не превышает $\pm 0,5$ мм.

Приводятся структурная схема и основные параметры системы.

Исследование релятивистского клистрона для ВЛЭПП

Н.И.Азорский, Г.В.Долбилов, Н.И.Лебедев, В.А.Петров, В.П.Саранцев,
А.А.Фатеев, В.С.Швецов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

П.В.Аврахов, В.Е.Балакин, С.Ю.Казаков, Н.А.Соляк, В.Е.Теряев

Филиал института ядерной физики СО РАН, Протвино

Представлены результаты экспериментальных исследований двух вариантов релятивистского клистрона для ВЛЭПП. В экспериментах использован пучок линейного индукционного ускорителя ЛИУ-3000 ($E = 1$ МэВ, $I = 300$ А, $\tau = 250$ пс). Основное внимание уделяется изучению процессов возбуждения паразитных мод генерации и их эволюции во времени. Приведены первые результаты по применению фильтров для подавления паразитных мод.

ВЛЭПП. Экспериментальные исследования мощного клистрона.

Балакин В.Е., Казаков С.Ю., Ключев В.Ф., Пирогов О.В.,
Романова С.А., Самойлов С.Л., Теряев В.Е., Хавин Н.Г., Яснов Г.И.

*ИЯФ им.Будкера Г.И. - ФИЯФ,
г.Новосибирск - г.Протвино*

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований различных вариантов мощного усилительного релятивистского клистрона двухсантиметрового диапазона для питания секций линейного коллайдера, проведенных в рамках проекта ВЛЭПП в 1991-1994 годах.

Для достижения проектных параметров и оптимизации характеристик клистрона варьировались его рабочая частота, частоты расстроек пассивных резонаторов относительно рабочей частоты, а также напряжение и ток пучка в приборе.

Приведены схемы измерений СВЧ характеристик исследуемого клистрона и типичные его характеристики.

На последнем варианте клистрона получена мощность около 50 МВт при коэффициенте усиления свыше 80 дБ и КПД 25 %.

Помимо основных характеристик клистрона исследовались паразитные автоколебания, возникающие в приборе в некоторых режимах его работы, и способы борьбы с ними.

ВЛЭПП. Разработка элементов электронно-оптической системы для клистрона.

Балакин В.Е., Ключев В.Ф., Кузнецов Г.И., Ларионов А.В.,
Хавин Н.Г., Яснов Г.И.

*ИЯФ им.Будкера Г.И. - ФИЯФ,
г.Новосибирск - г.Протвино*

В проекте ВЛЭПП для питания клистрона применены формирующие линии с газовой изоляцией при постоянном напряжении до 1 МВ. Управление пучком производится сеточным напряжением до 20 кВ. Для устранения темновых токов применены массивная медная сетка толщиной несколько миллиметров и ячеистый катод с 37 микрокатодами.

В работе приводятся расчетные параметры электронно-оптической системы и экспериментальные результаты по прохождению пучка в ускорительной трубке и канале клистрона.

Управление магнитной системой накопителя ВЭПП-4М.

Ю. В. Заруднев, С. Е. Карнаев, Б. В. Левичев,
И. Я. Протопопов, И. Г. Селютин.

Для успешного проведения экспериментов на накопителе ВЭПП-4М требуется высокая стабильность и точность управления магнитными полями в элементах установки. В процессе изменения энергии при перестройке магнитной структуры необходимо синхронно управлять несколькими сотнями источников питания, соблюдая при этом пропорциональность магнитных полей.

Величины рабочих магнитных полей различных типов элементов накопителя существенно отличаются. Например, имеется несколько типов поворотных магнитов, величина поля в которых на энергии инжекции 1.8 ГэВ лежит в пределах от 1.7 кГс до 4.8 кГс. Следовательно, зависимость "ток-поле" в процессе изменения энергии для различных типов элементов отклоняется от линейности по-разному. При увеличении энергии с уровня инжекции до 5 ГэВ отклонение достигает 3 %.

В данной работе приводятся результаты измерений магнитных полей в элементах магнитной структуры, а также способ учета и компенсации отклонений полей при увеличении энергии пучка заряженных частиц от 1.8 до 5 ГэВ.

Из-за значительного времени "прорастания" магнитных полей в железо темп ускорения на накопителе ВЭПП-4М ограничивается 10-15 МэВ/сек. В работе описан способ увеличения темпа ускорения в несколько раз путем использования для управления источниками питания ЦАПов-интерполяторов выходного сигнала.

✓
Компьютерное управление и обработка данных
в системе диагностики пучков на комплексе ВЭПП-4.

А. С. Калинин, Е. А. Симонов, В. В. Смалюк, Д. Н. Шатилов.

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера, г. Новосибирск.

Диагностика пучков в накопительных кольцах ВЭПП-3 и ВЭПП-4М производится с помощью системы электростатических датчиков. Описан комплект прикладных программ для управления системой и обработки данных. Программы используются для измерения и коррекции равновесной орбиты пучка и бета-функций накопителей, измерения параметров бетатронных колебаний впускаемого и циркулирующего пучков, токов сгустков в многосгустковом режиме, а также для контроля и калибровки системы.

Для измерения параметров впускаемого пучка, бета-функций, бетатронных частот и фаз, а также кубической нелинейности и динамической апертуры использован метод, основанный на ударном возбуждении когерентных бетатронных колебаний и измерении положения пучка на каждом обороте. Описаны алгоритмы для вычисления частоты, фазы и амплитуды бетатронных колебаний. Достигнута точность измерения частоты на порядок выше по сравнению с БПФ при том же количестве выборок сигнала.

Данный метод применяется и в экспериментах по изучению синхробетатронных резонансов и связанной с ними неустойчивости пучка при больших токах. В этих целях создан алгоритм, позволяющий восстановить спектр быстрозатухающих нелинейных колебаний.

С помощью программы контроля и калибровки проверяется работоспособность системы путем отображения тестового или пучкового сигналов с использованием стробоскопического принципа, производится измерение и запись в базу данных коэффициентов для синхронизации, автоматического регулирования усиления по току пучка и коррекции сдвига нуля координат, обусловленного разбросом параметров измерительной аппаратуры.

Приведены экспериментальные результаты, полученные с использованием данного программного обеспечения.

✓

**Прецизионный датчик
для измерения интенсивности короткого пучка**

А.С.Калинин
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера
СО РАН, Новосибирск*

Для измерения заряда коротких сгустков предложено использовать квазистационарный резонатор. Получены выражения для сигналов. Для повышения точности предлагается снимать сигнал с сопротивления, включенного в резонатор последовательно с индуктивностью. В этом случае чувствительность $S = 2\pi \cdot f R k$ [Вольт/Кулон], где f — частота резонатора, измеренная с требуемой точностью, R — величина сопротивления, предполагаемая известной. Влияние вторичных и паразитных параметров резонатора дается коэффициентом k , который близок к единице при выбранных реальных величинах параметров и слабо зависит от них. Предполагается, что остаточная погрешность датчика составляет менее 1% для наносекундных сгустков.

Обсуждаются свойства, способствующие получению точности: низкочастотный спектр сигнала; независимость сигнала от формы и длительности импульса пучка, а также от его поперечного смещения; защищенность датчика от импульсной магнитной помехи.

Приведены результаты экспериментального исследования и применения в каналах транспортировки пучка.

**Измерение траектории и интенсивности пучка
в инжекционном канале накопителя СИБИРЬ-2**

✓

А.С.Калинин, В.В.Смалюк
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера
СО РАН, Новосибирск*


Пучок имеет вид импульса с длительностью около 1 нс. Для измерения поперечных координат перед каждым из четырех магнитов канала, включая септум-магнит, установлен датчик тока изображения. В начальной части канала имеются также два вдвигаемых люминесцентных экрана с телевизионными камерами. Заряд пучка измеряется в конце канала датчиком в виде квазистационарного резонатора.

Описано устройство аппаратуры и программ, обсуждаются особенности датчиков, электронных схем. При измерении координат четыре сигнала датчика растягиваются во времени, усиливаются и регистрируются пиковыми детекторами. Для учета неодинаковости каналов, приводящей к сдвигу нуля координат, проводится калибровка по сигналу от пучка. Расчетная точность составляет $\pm 0,3$ мм при числе частиц в сгустке больше 10^9 .

Обсуждаются меры, обеспечивающие помехоустойчивость.

Приведены результаты лабораторных и пучковых испытаний и использования аппаратуры для проводки пучка к накопителю.

**Автоматизированная система измерения
и коррекции траектории пучка
в канале ВЭПП-3/ВЭПП-4
на основе датчиков тока изображения**



В.А.Киселев, А.И.Науменков, В.В.Смалюк, В.П.Черепанов
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера
СО РАН, Новосибирск*

Система включает 14 датчиков, регистрирующих азимутальное распределение тока изображения, наводимого пучком в токопроводящих стенках вакуумной камеры канала транспортировки пучков из накопителя ВЭПП-3 в накопитель ВЭПП-4 БИЯФ СО РАН. Каждый из датчиков сопряжен со специальным электронным устройством многоканального аналого-цифрового преобразования, связанным с ЭВМ.

Система регистрирует параметры траектории наносекундного пучка электронов или позитронов за один пролет пучком канала, в частности, благодаря прозрачности датчиков. Обработка данных в ЭВМ позволяет иметь информацию о токе, дипольном и квадрупольном моментах поперечного сечения пучка в 14 точках его траектории. На одну длину бета-тронных колебаний приходится около четырех датчиков, что позволяет по измеренной с помощью этой же системы матрицы откликов осуществлять коррекцию траектории пучка от пролета к пролету. Система поддерживает заданную траекторию пучка в канале автоматически.

ФОРИНЖЕКТОР ДЛЯ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ФАБРИК

М.С.Авилов, А.В. Александров, С.А. Беломестных, Ю.М.Боймельштейн,
С.Б.Вассерман, Н.С.Диканский, П.В. Логачев, И.В. Казарезов,
Н.Х.Кот, Н.А.Кузнецов, А.А.Кулаков, А.В.Новохатский,
Ю.И. Семенов, Б.А.Скарбо, А.Н. Скринский, Ю.Ф. Токарев,
А.Н.Шарапа, А.В.Шемякин, С.В. Шиянков, Б.С. Эстрин.

Институт ядерной физики СО РАН, г.Новосибирск.

Представлено текущее состояние работ по форинжектору инжекционного комплекса ВЭПП-5. Форинжектор предназначен для формирования и ускорения одиночных электронных и позитронных сгустков до энергии 510 МэВ. Ускоренные пучки после охлаждения в накопителе инжектируются в Ф-фабрику и ВЭПП-3 непосредственно, а также, после доускорения в линейном ускорителе типа ВЛЭПП, в В-фабрику и ВЭПП-4. Для работы всех этих установок необходимо иметь на выходе форинжектора 10^{11} электронов и позитронов в секунду.

В состав форинжектора входят: электронная пушка, субгармонический группирователь, линейный ускоритель на энергию 300 МэВ, изохронный поворот на 180 градусов, конверсионная система, основной линейный ускоритель на энергию 510 МэВ и дебанчер-монохроматор. Линейные ускорители состоят из 4-х ускоряющих модулей. Основными элементами модуля являются: клистрон 5045 10-см диапазона производства лаборатории SLAC (США), модулятор клистрона, резонаторы умножения мощности типа SLED и три или четыре ускоряющие секции на бегущей волне.

В настоящее время завершено строительство радиационно-защищенного тоннеля для линейных ускорителей, помещений клистронной галереи, главной пультовой и радиопультовой инжекционного комплекса.

Закончено проектирование основных элементов форинжектора, изготовлены макеты ускоряющей секции, субгармонического резонатора, резонаторов умножения мощности.

Начат монтаж и настройка первого модулятора для клистрона 5045. Первый клистрон уже доставлен в Новосибирск.

Продолжаются работы по отладке отдельных элементов форинжектора. На базе 100 кВ электронной пушки отработана методика измерения параметров пучка с использованием резистивного датчика, профильного монитра и датчика положения пучка. Проводятся измерения параметров магнитного поля фокусирующих катушек субгармонического группирователя. Изготовлена электронная пушка на 200 кВ, проводятся испытания системы умножения мощности.

Начались работы по созданию системы управления форинжектором. Управление комплексом планируется осуществлять аппаратурой в стандарте "КАМАК" под управлением сети интеллектуальных контроллеров на транспьютерах T805 фирмы INMOS (США). Управление сетью транспьютеров будет осуществляться ЭВМ верхнего уровня с операционной системой UNIX.

Продолжаются работы по инженерному обеспечению форинжектора.

буждением пучком спектра собственных колебаний слабоионизованной бесстолкновительной плазмы, на степень компенсации объёмного заряда ионных пучков. Получено выражение для критической плотности газа, ниже которой пучок отрицательных ионов становится декомпенсированным в результате захвата ионов плазмы в поперечные НЧ-колебания и выноса их поперек пучка. Получены двумерные распределения статического потенциала в частично скомпенсированных пучках положительных и отрицательных ионов, обусловленные захватом соответственно электронов в ВЧ-колебания, а плазменных ионов в продольно-поперечные НЧ-колебания и выносом их вдоль пучка.

Рассмотрены типичная схема инжектора с поворотным фокусирующим магнитом и короткая система с прямой инжекцией. Плотность газа вдоль инжектора предполагалась существенно неоднородной. Полученные распределения потенциала пучка могут быть использованы при численном моделировании динамики ионов в системе формирования и ускорения пучка перед инжекцией в линейный ускоритель.

Ускоритель электронов

W В.Е.Балакин, В.А.Ведерников, В.В.Кобец, В.В.Колмогоров,
В.И.Кондратьев, Г.С.Крайнов, Н.И.Сапутин, Г.И.Яснов
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН,
Новосибирск*

Разработанный для линейного коллайдера ВЛЭПП источник высокого напряжения на 1 МВ предполагается использовать в ускорителе электронов для радиационных технологий.

Электронный пучок со средним током 300 мА ускоряется в трубке, размещенной в отдельном корпусе и соединенной с источником высокого напряжения фидером. В качестве главной изоляции в ускорителе используется элегаз под давлением 12 атмосфер.

Электронный пучок выводится в атмосферу через фольгу с помощью кольцевой развертки со средним диаметром выпускного окна 1030 мм и шириной 75 мм.

Средняя мощность электронного пучка около 300 кВт.

Анализ погрешностей измерения нелинейностей СП – диполей
УНК при гелиевой и комнатной температурах.

Герцев К.Ф., Смирнов Н.Л., Трофимов С.В.

Институт физики высоких энергий, Протвино

В ИФВЭ изготовлена и испытана опытная партия сверхпроводящих диполей УНК. Для предварительного контроля качества обмоток перед их установкой в криостат проводились измерения мультипольных коэффициентов при комнатной температуре. После монтажа обмоток в железное ярмо и криостат измерялись нелинейности магнитного поля при гелиевой температуре. Получены коэффициенты корреляции между мультипольными коэффициентами низших порядков.

В работе рассмотрены погрешности измерений нелинейностей магнитного поля при комнатной и гелиевой температурах. Приводятся результаты экспериментальной оценки погрешностей измерений и способы их минимизации.

Проведенная работа позволила повысить качество измерений нелинейностей магнитного поля СП – диполей до $(1 \div 2) \times 10^{-4}$.

Измерение Плотности Газа Ионным Пучком в Исследованиях Десорбции Газа с Поверхности Криогенной Вакуумной Камеры под Воздействием Синхротронного Излучения.

Н.И. Алиновский, В.В. Анашин, П.М. Бесчастнов,
Г.Е. Деревянкин, В.Г. Дудников, А.В. Евстигнеев,
А.П. Лысенко, О.В. Мальшев и В.Н. Осипов
Институт Ядерной Физики им. Будкера
Новосибирск, Россия

И.Н. Масленников и В.Ч. Тюрнер
Лаборатория Сверхпроводящего Супер Коллайдера
Даллас, Техас 75237

В наших первых экспериментах по фотонно-стимулированной десорбции со стенок вакуумной камеры при 4.2К, плотность газа измерялась при комнатной температуре ионными манометрами и квадрупольными масс-спектрометрами в объемах, сообщающихся с вакуумной камерой. Плотность газа внутри вакуумной камеры при 4.2К была, следовательно, неизвестной, так как средняя скорость фотонно-десорбированных молекул не измерялась. Чтобы определять плотность внутри вакуумной камеры при 4.2К была разработана методика прямого измерения плотности, использующая перезарядку протонного пучка, пропорциональную плотности газа. Протонный пучок (10 keV , $\sim 1 - 10 \text{ мкА}$) извлекается из ВЧ ионного источника и проводится в холодную вакуумную камеру поворотным магнитом. Пучки H^0 и H^- , образовавшиеся в вакуумной камере в результате перезарядки, отделяются магнитным способом от пучка H^+ и измеряются коллекторами со вторично-электронными умножителями. Маленькие сверхпроводящие магнитные диполи, размещенный близко к центру вакуумной камеры, позволяют выделить смещением на несколько мм от оси инъекции $\sim 20 \text{ см}$ сегмент вводимого протонного пучка; измерения произведенных на этом сегменте смещения пучков H^0 и H^- обеспечивают локализованное измерение плотности. Приведено описание экспериментальной установки, особенности измерений в присутствии интенсивного синхротронного излучения и результаты первых экспериментов.

Экспериментальное Исследование Динамического Давления
в Криосорбирующей Вакуумной Камере под Воздействием СИ

В.В. Анашин, О.Б. Малышев и В.Н. Осипов
Институт Ядерной Физики им. Будкера
Новосибирск, Россия

И.Н. Масленников и В.Ч. Тюрнер
Лаборатория Сверхпроводящего Супер Коллайдера
Даллас, Техас 75237

Сообщаются результаты экспериментов по фотонностимулированной десорбции со стенок вакуумной камеры при температуре 4.2К. Параметры синхротронного излучения (СИ) выбраны такими, чтобы моделировать условия 20 TeV протонного коллайдера SSC: критическая энергия = 284 eV, интенсивность фотонов $1e16$ фотон/м/сек. Были использованы две экспериментальных конфигурации: простая труба при 4.2К и труба при 4.2К с коаксиальным перфорированным лайнером. В случае без лайнера коэффициент десорбции водорода линейно зависел от плотности H_2 на поверхности и достигал величины масштаба единицы при приближении поверхностной плотности к монослою ($\sim 3e15 H_2/cm^2$). Коэффициент десорбции молекул водорода для трубы с лайнером монотонно убывал с возрастанием набранной фотонной дозы, достигая коэффициента фотонностимулированной десорбции $\sim 4e-4$ молекул/фотон в конце облучения ($\sim 1e22$ фотон/м). Лайнер продемонстрировал эффективность экранирования криосорбированных молекул от СИ.

Расчет поглотителя аварийного сброса пучка
прямого направления УНК1

И.И.Дегтярев, А.Е.Лоховицкий, М.А.Маслов, Ю.С.Федотов, И.А.Язынин

Институт физики высоких энергий, Протвино


В работе рассматривается магнитная структура канала аварийного сброса пучка прямого направления первой ступени УНК, позволяющая для энергии протонов до 600 GeV при интенсивности $6 \cdot 10^{14}$ обеспечить требуемые размеры пучков на аварийном поглотителе. Размеры графитового керна поглотителя определялись из условия радиационного разогрева керна за счет энерговыделения в процессе развития адронного межъядерного каскада и временной структуры работы системы аварийного сброса, а также с учетом нестабильности положения центра пучка при его сбросе на поглотитель. Произведена оценка радиационной обстановки в шахте поглотителя и надшахтном сооружении при его длительной эксплуатации.

Интегрированная среда SCRAPER
(Версия 1.0)

И.И. Дегтярев, А.Е. Лоховицкий,
Ю.С. Федотов, И.А. Язынин

Институт физики высоких энергий. Протвино

Описана первая версия интегрированной среды комплекса программ SCRAPER, реализующего алгоритм статистического моделирования процесса транспортировки пучка по кольцу ускорителя с учетом его взаимодействия с элементами систем локализации потерь, защиты и вывода пучка. Версия 1.0 адаптирована для персональных компьютеров типа IBM-286,386,486 с размером оперативной памяти не менее 500К.


 **КОРРЕКЦИЯ КРАЕВЫХ ПОЛЕЙ ОСНОВНЫХ МАГНИТОВ SSC LEB
НА ПОСТОЯННОМ И ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ**

С. Ф. Михайлов, Ю. А. Пупков, П. Д. Воблый и А. В. Бублей
Институт Ядерной Физики им. Будкера СО РАН, Новосибирск

В 1992-1993 ИЯФ СО РАН изготовил прототипы основных дипольного и квадрупольного магнитов SSC LEB для лаборатории SSCL, Даллас, США. Поскольку требования к интегральным характеристикам магнитов были существенно выше обычно предъявляемых для аналогичных элементов ускорителей, а также с учетом постоянно-переменного (10 Гц) режима их запитки, были разработаны способы коррекции интегральных неоднородностей магнитов краевыми фасками и шиммами оригинальной формы. Были получены 0.5 мм стабильность эффективной длины и 0.005% интегральная однородность в апертуре 60 мм, в диполе длиной 1.875 м, зазором 57.2 мм и приблизительно 2.5 : 1 отношением ширины полюса к зазору, во всем диапазоне полей, на переменном и постоянном токе. Подобные результаты получены и для квадруполя длиной 0.6 м и апертурой 100 мм.

Особое внимание было обращено на разное поведение магнитного потока на краях магнитов на переменном и на постоянном токе, что сильно изменило общий подход к решению задачи.

**Прототипы дипольного и квадрупольного магнитов
ускорителя низкой энергии (LEB) комплекса SSC**

 Ю. В. Барышев, Н. С. Диканский, С. Ф. Михайлов
Ю. А. Пупков, Г. М. Тумайкин
(ИЯФ, г. Новосибирск, Россия)
У. Хейльбрунн, У. Винандс, Ф. Нокс-Сейт, К. Ву
(SSCL, г. Даллас, США)

Институт ядерной физики (г. Новосибирск) изготовил прототипы дипольного и квадрупольного магнитов ускорителя LEB. По сравнению с первоначальным проектом были внесены изменения в конструкцию и профиль торцевых участков, что позволило исключить насыщения торцов, обеспечив неизменность эффективной длины, усилить механическую прочность и уменьшить интегральные нелинейности.

В работе представлена конструкция магнитов и результаты магнитных измерений. Параметры магнитов удовлетворяют требованиям проекта LEB.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ШИХТОВАННЫХ МАГНИТАХ НА ПЕРЕМЕННОМ И ПОСТОЯННОМ ТОКЕ НА ПРИМЕРЕ МАГНИТОВ SSC LEB

С. Ф. Михайлов, П. Д. Воблый

Институт Ядерной Физики им. Будкера СО РАН, Новосибирск

Существенные особенности в поведении магнитных полей были обнаружены на моделях и прототипах шихтованных магнитов SSC LEB, изготовленных в ИЯФ для лаборатории SSCL, Даллас, США, по сравнению с нешихтованными магнитами. Была исследована разница в распределении магнитного потока на постоянном и переменном 10 Гц режимах. Были сделаны подробные магнитные измерения диполей и квадруполей на переменном и постоянном токе. Проведено также численное моделирование для диполя с использованием двумерной программы MERMAID с учетом шихтовки железа.

Предложен ряд решений по коррекции краевых полей. Краевой профиль был оптимизирован так, чтобы обеспечить высокое качество интегрального поля одновременно на постоянном и переменном токах.

Разработанный подход является достаточно общим и может быть использован при конструировании шихтованных магнитов любого вида.

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОТОТИПА ОСНОВНОГО ДИПОЛЯ SSC LEB "САМОЛЕТНЫМИ" ИНТЕГРИРУЮЩИМИ КАТУШКАМИ НА ПЕРЕМЕННОМ И ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

В. В. Пархомчук, С. Ф. Михайлов, В. А. Лебедев, В. Е. Якименко
и С. В. Шиянков

Институт Ядерной Физики им. Будкера СО РАН, Новосибирск

"Самолетные" интегрирующие катушки были предложены как многоцелевой инструмент для измерений интегральных магнитных параметров магнитов ускорителей. С их помощью можно мерить нормальные и скью гармоники, интеграл поля и эффективную магнитную длину как на постоянном, так и на переменном токе.

Такой измерительный датчик размерами 2.5 м x 50 мм x 50 мм был изготовлен для измерения основных магнитов SSC LEB, которые должны были производиться в ИЯФ для лаборатории SSCL, Даллас, США. Датчик состоит из 4 поперечных секций, формирующих в сечении крест, и 5 продольных секций, всего включая 20 катушек различных длин и числа виков. Сигналы с основных катушек нормируются на сигналы 4-х дополнительных "скоростемерных" одиночных проволок, что позволяет резко повысить точность измерений.

При измерении второго прототипа диполя SSC LEB была получена относительная точность измерения интегралов поля на уровне 0.002 % на постоянном и 0.001 % на переменном токах.

Многоканальный генератор импульсов тока для
питания магнитных элементов комплекса ВЭПП-2М

И. Е. Валька, Ю. Ф. Токарев
Институт ядерной физики СО РАН им. Г. И. Будкера
г. Новосибирск

В работе представлены генераторы тока, питающие импульсные магнитные элементы ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-2М. Каждый генератор имеет 8 независимо управляемых импульсных выходов и состоит из отдельных функциональных модулей. Рабочее напряжение на конденсаторных накопителях генератора может быть от 10 В до 800 В, произвольной полярности. Точность установки напряжения не хуже 0.05%. Максимальная амплитуда выходных импульсов тока 1.2 кА и может наращиваться за счет параллельного соединения разрядных модулей. Частота импульсов разрядки до 100 Гц.

Управление уровнем напряжения и моментом разрядки для каждого канала осуществляется от ЭВМ через блоки в стандарте КАМАК.

В состав генератора входит транзисторный преобразователь, работающий на частоте 25 кГц с максимальной выходной мощностью 2.4 кВт. Несколько преобразователей могут быть объединены параллельно для увеличения мощности. Схема управления поочередно подключает преобразователь к каждому емкостному накопителю и обеспечивает его зарядку до заданного напряжения необходимой полярности.

В одной радиостойке размером 570*560*2200 может разместиться два 8-ми канальных импульсных генератора.

К настоящему времени 9 генераторов запущены в работу в составе ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-2М. Отдельные генераторы проработали в его составе до 5-ти лет.

Особенности построения генераторов импульсов для
питания элементов электрон-позитронных коллайдеров

И. Е. Валька, Ю. Ф. Токарев
Институт ядерной физики СО РАН им. Г. И. Будкера
г. Новосибирск

В работе приводятся основные требования, предъявляемые к генераторам, питающим импульсные магнитные элементы каналов транспортировки пучков электрон-позитронных комплексов. Приводятся предложения, на основе которых были построены генераторы, работающие в составе комплекса ВЭПП-2М с 1987 г. и запускаемого комплекса Сибирь-2. Описан способ синхронизации работы оборудования, позволяющий минимизировать взаимные помехи и достигнуть необходимой стабильности напряжений. Обоснована целесообразность построения импульсных генераторов на базе унифицированных модулей.

ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ ПРОТОННОГО КАНАЛА

Б.Н.Сухина, Б.М.Смирнов

Институт Ядерной Физики имени Г.И.Будкера СО РАН,
Новосибирск, Россия

W.Heilbrunn,

SSCL, Dallas, Texas, USA

Представлены результаты расчета и конструкция электромагнитов протонного канала на энергию 12 ГэВ. Ярмо магнитов не шихтовано. Питание постоянным током. Индукция дипольного магнита равна 1.34 Т, апертура 48 мм. Градиент квадрупольного магнита 15 Т/м, апертура 53 мм.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИОННЫМИ ИМПЛАНТЕРАМИ

А.В.Бублей, А.Д.Гончаров, А.Н.Малыгин, Г.Г.Матюшин,
В.П.Останин, Б.Н.Сухина, В.С.Тупиков, С.Н.Чумаков

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
630090 Новосибирск, Россия

Описываются системы управления ионными имплантерами ИОН-1500 и ИОН-300. Существует два типа систем управления. Первая - на базе КАМАКа, вторая - распределенная система управления, разработанная специально для использования на электрофизических установках и состоящая из нескольких оригинальных интеллектуальных многофункциональных одноплатных управляющих станций, соединенных с центральным компьютером посредством дуплексной оптической связи (изоляция до 2 МВ). Системы адаптированы к средам с высоким уровнем электрических импульсных помех и наводок. Все подсистемы управляются центральным IBM-PC/AT совместимым компьютером с помощью однозадачного (управление всеми системами одной задачей) в первом и многозадачного с разделением времени во втором случае программного обеспечения и используют для вывода многооконный графический интерфейс.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

А.Д.Гончаров, В.П.Останин, Б.Н.Сухина,
И.Л.Черток, С.Н.Чумаков

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
630090 Новосибирск, Россия

Описана система питания ионных источников, расположенных внутри высоковольтного терминала (до 2 Мегавольт). Система включает в себя набор унифицированных функциональных блоков с использованием высокой частоты (20 кГц) и нелинейных регулирующих магнитных элементов. Система обладает высокой удельной габаритной мощностью и предназначена для работы с высоким уровнем перегрузки. Решена важная задача передачи мощности (до 2.2 кВт, 20 кГц) через высоковольтный зазор (до 2 Мегавольт) для питания оборудования внутри высоковольтного терминала.

МАГНИТЫ БУСТЕРА BESSY II

Б.Н.Сухина, И.Л.Черток

Институт Ядерной Физики имени Г.И.Будкера СО РАН,
Новосибирск, Россия

Д.Крэмер

BESSY II, Берлин, Германия

Представлены результаты расчета и конструкция электромагнитов электронного синхротрона на энергию 1.9 ГэВ. Частота повторения цикла 10 Гц. Индукция дипольного магнита равна 1.0 Т, апертура 36 мм. Градиент квадрупольного магнита 11.2 Т/м, радиус апертуры 35 мм. Конструкция катушек секступольного магнита позволяет использовать его в качестве дипольного корректора. Радиус апертуры 35 мм, индукция диполя 0.23 Т, секступольная константа 70 Т/кв.м.

Результаты решения самосогласованной задачи ускорения электронного пучка в ЛИУ

А.Л.Мирошниченко, А.К.Орлов

*Научно-исследовательский институт
электрофизической аппаратуры
им. Д.В.Ефремова, Санкт-Петербург, Россия*

Выполнен расчет взаимодействия интенсивного электронного пучка с ускоряющим модулем ЛИУ. Модуль содержит генератор напряжения в виде накопительных емкостей, коммутирующее устройство, передающую линию и сердечники из пермаллоя. Использована квадратичная характеристика перемагничивания с учетом нагрузки пучком. Динамика электронов рассчитана способом крупных частиц с решением уравнения Пуассона на движущейся сетке. Представлены численные результаты для огибающей и эмиттанса пучка, полученные в импульсных режимах способом последовательных инъекций.

Компрессия одиночного сгустка в экспоненциальном поле

М.С.Авилов, А.В.Новохатский

Институт ядерной физики, 630090 Новосибирск, Россия

Для эффективного ускорения в линейных ускорителях требуется формировать электронные сгустки короткой длины. Для сжатия сгустка обычно используется его модуляция по энергии в синусоидальном по времени и однородном в продольном направлении электрическом поле. Если при этом использовать экспоненциальный рост амплитуды поля в направлении движения сгустка, можно достичь его более эффективной группировки за счет согласованной компенсации действия сил пространственного заряда. В данной работе рассмотрена физическая модель компрессии одиночного сгустка в экспоненциальном поле, представлено аналитическое решение уравнений движения в случае малых продольных колебаний, а также результаты компьютерного моделирования динамики продольного движения пучка в присутствии сил пространственного заряда. Предложена конструкция группирователя для данного типа компрессии.

Влияние ионизационных потерь энергии на фазовое движение в фазотроне

О. Н. Борисов, Л. М. Онищенко

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Приводятся результаты численного моделирования по программе "LONMOT" фазового движения частиц в Фазотроне ОИЯИ с учетом ионизационных потерь энергии на диагностической фольге. Потеря энергии приводит к сдвигу равновесной фазы синхротронных колебаний на величину, определяемую величиной потерь энергии. Исследовался переходный процесс между продольным движением без потерь и с потерями энергии, т. е. на краю фольги. В результате такого процесса наблюдается уменьшение амплитуды синхротронных колебаний частицы около новой равновесной фазы.

ПРЯМОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ЭМИТТАНСА ИЗ-ЗА ВИБРАЦИЙ ЗЕМЛИ.

В. Д. ШИЛЬЦЕВ И В. В. ПАРХОМЧУК
Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск.

Сейсмические шумы в килогерцовом диапазоне частот вызывают дрожание линз и рост поперечного эмиттанса пучков в больших ускорителях (SSC, LHC, УНК). Этот эффект был экспериментально исследован с использованием реальных сейсмосигналов от сейсмометров, установленных в тоннеле SSC и на поверхности земли. Пучок протонов SSC моделировался в виде ансамбля осцилляторов с разбросом бетатронных частот. Изучено влияние системы обратной связи на рост эмиттанса.

УСКОРИТЕЛИ И СЕЙСМИКА.

В. В. ПАРХОМЧУК И В. Д. ШИЛЬЦЕВ
Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск.


Представлен анализ влияния движений земли на ускорители заряженных частиц. В зависимости от частоты вибраций сейсмические шумы вудут к росту эмиттансов пучков или к искажению замкнутых орбит. Большие адронные коллайдеры SSC, LHC, HERA и линейные электрон-позитронные коллайдеры очень чувствительны к внешним шумам такого сорта. Приведен обзор работ Новосибирской группы по экспериментальному исследованию влияния вибраций на SSC, В-фабрику ВЭПП-5 ИЯФ СО РАН, линейные коллайдеры и другие ускорители.

Дубровин А.Н., Калинин А.С., Симонов Е.А., Смалюк В.В., Шатилов Д.Н.
Институт Ядерной Физики СО РАН, Новосибирск

Метод измерения бета-функции основан на определении амплитуды когерентных колебаний пучка, которые возбуждаются ударом позитронного инфлектора или специальных пластин. Измерения проводились с помощью пикапов, на которых фиксировались координаты пучка на каждом обороте в течение времени затухания когерентных колебаний.

Особенностью системы пикап-станций на ВЭПП-4М является то, что измерения можно производить одновременно лишь на четырех пластинах разных пикапов. Таким образом, для измерения бета-функции на всем кольце накопителя требуется произвести серию ударов, число которых равно числу пикапов. Это накладывает жесткие требования на стабильность удара и ограничивает точность и скорость измерений. Для повышения точности метода амплитуда колебаний определялась как величина Фурье-гармоники измеренного сигнала на бетатронной частоте. Применение мощного компьютера для быстрой обработки позволило довести полное время измерения на 50 пикапах до 30 секунд, при этом разброс значений бета-функции при повторных измерениях составляет 3-5%.

Достигнутая точность и скорость измерений открыли возможность для оперативной коррекции бета-функции. Главная сложность здесь состоит в том, что корректирующие свойства градиентных обмоток зависят от величины бета-функции, т.е. задача коррекции является существенно нелинейной. Тем не менее, оказалось, что и чисто линейные методы позволяют достичь хороших результатов. При этом коррекция бета-функции ничем принципиально не отличается от коррекции орбиты, но проводится в виде ряда небольших итераций, которые сходятся к цели. Этот метод был с успехом применен на ВЭПП-4М и позволил существенно уменьшить биения бета-функции на кольце накопителя.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КВАНТОВЫХ
ФЛУКТУАЦИЙ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СИНХРОТРОННЫЕ
КОЛЕБАНИЯ УДИНЕННОГО ЭЛЕКТРОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОНДУЛЯТОРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ** 

Алешаев А.Н., Винокуров Н.А., Воробьев П.В., Пинаев И.В.,
Попик В.М., Средняков С.С., Соколов А.С., Шафтан Т.В.

Институт ядерной физики им. Будкера, Новосибирск

Сообщается об исследованиях продольной динамики единичного электрона. Они подтверждают стохастическое поведение амплитуды и фазы синхротронных колебаний, предсказанное квазиклассической теорией Сэндса, Лебедева и Коломенского. Данная система является интересным примером появления хаоса из-за квантовых явлений.

ИЗУЧЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ СИБИРЬ-2

В. Н. Корчуганов, Е. Б. Левичев, В. В. Сажаев
Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Специализированные источники синхротронного излучения с минимизированным эмиттансом пучка обладают значительным натуральным хроматизмом. Для его компенсации используются сильные секступольные линзы, существенно влияющие на динамику пучка и приводящие к ограничению области устойчивого движения. В работе приведены результаты исследования одночастичной нелинейной динамики накопителя электронов СИБИРЬ-2. Используется теория возмущения, основанная на канонических преобразованиях Ли, и позволяющая изучать эффекты высоких порядков возмущения. Результаты сравниваются с моделированием движения частицы в нелинейных полях ускорителя.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОНОВ В УСКОРИТЕЛЕ-РЕКУПЕРАТОРЕ ДЛЯ ЛСЭ С БОЛЬШОЙ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТЬЮ

Винокуров Н. А. и Соколов А. С.
Институт ядерной физики им. Будкера, Новосибирск

Использование оптимальных условий продольного движения электронов внутри сгустка в рекуперирующем ускорителе с ВЧ ускорением[†] позволяет увеличить пиковый ток на выходе ускорителя и, следовательно, усиление ЛСЭ. Кратко описана программа RESFEL для моделирования продольной компрессии электронных сгустков с большим средним током, существенно нагружающих ВЧ резонаторы ускорителя-рекуператора. Приведены результаты расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

[†] IEEE J. Quantum Electron., vol. QE-27 (1991), pp.2626-2628

**ПРОЕКТ МОЩНОГО ЛАЗЕРА НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ
НА БАЗЕ РАЗРЕЗНОГО МИКРОТРОНА-РЕКУПЕРАТОРА**

W
Вещеревич В. Г., Винокуров Н. А., Воблый П. Д., Гаврилов Н. Г.,
Горникер Э. И., Кулипанов Г. Н., Кущов И. В., Куркин Г. Я.,
Орешков А. Д., Петров В. М., Пинаев И. В., Попик В. М.,
Седляров И. К., Скринский А. Н., Соколов А. С.,
Шафтан Т. В., Эрг Г. И.

Институт ядерной физики им. Будкера, Новосибирск

В Новосибирском научном центре сооружается мощный лазер на свободных электронах. Целью проекта является обеспечить ориентированной на пользователя установкой специально созданный Сибирский центр фотохимических исследований. Описаны характерные черты установки и состояние дел по проекту.

W
**ПРОЕКТ ФОТОИНЖЕКТОРА ДЛЯ ЛАЗЕРА НА СВОБОДНЫХ
ЭЛЕКТРОНАХ С БОЛЬШОЙ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТЬЮ**

Гаврилов Н. Г., Орешков Н. Д., Пинаев И. В.,
Соколов А. С., Тулубенский А. В.

Институт ядерной физики им. Будкера, Новосибирск

Для мощных коротковолновых ЛСЭ необходим электронный пучок с малым эмиттансом, малым энергетическим разбросом и большими пиковым и средним токами. Фотозлектронные пушки, установленные в ВЧ резонатор, не могут обеспечить большой средний ток, так как работают в импульсном режиме. Поэтому нами разработан фотоинжектор с питанием постоянным напряжением для ЛСЭ на базе микротрона-рекуператора [Л]. Данный фотоинжектор будет освещаться аргоновым лазером с синхронизацией мод и средней мощностью 10 Вт и будет способен производить средний ток 100 мА при пиковом токе до 10 А. Мы планируем исследовать различные типы фотокатодов на длительность жизни и высокой квантовый выход. Описаны конструкция и статус фотоинжектора.

ЛИТЕРАТУРА

IEEE J. Quantum Electron., vol. QE-27 (1991), pp.2626-2628

ИОННЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИОН-300

Н.И.Алиновский, А.В.Бублей, А.Д.Гончаров, Н.С.Диканский,
Н.П.Запяткин, Г.Г.Матюшин, А.Н.Малыгин, В.П.Останин,
Б.Н.Сухина, И.Л.Черток, С.Н.Чумаков

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
630090 Новосибирск, Россия

Ионный ускоритель ИОН-300 предназначен для применения в электронной промышленности, для модификации поверхности и для других технологий. Ускоритель имеет сепарацию пучка на полной энергии, безмасляный вакуум, распределенную систему управления на базе РС АТ/286. Высоковольтная изоляция - элегаз под давлением 0.7 атм. ИОН-300 имеет горизонтальный выход пучка. Получены пучки однозарядных ионов с током до 1.5 мА и энергией до 300 КэВ.

ИОННЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИОН-1500

Н.И.Алиновский, А.Д.Гончаров, Н.С.Диканский, Н.П.Запяткин,
Г.Г.Матюшин, В.П.Останин, Б.Н.Сухина, И.Л.Черток

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
630090 Новосибирск, Россия

Ионный ускоритель ИОН-1500 предназначен для применения в электронной промышленности, для модификации поверхности и для других технологий. ИОН-1500 имеет сепарацию пучка на полной энергии, безмасляный вакуум, систему управления на основе блоков КАМАК. Высоковольтная изоляция элегаз под давлением до 10 атм. ИОН-1500 имеет горизонтальный выход пучка. Получены пучки однозарядных ионов с током до 1.5 мА и энергией до 1500 КэВ.

Status of the LHC project

W. Scandale, CERN

The present status of the LHC design is presented, with a particular emphasis on the description of the lattice layout, and of the advancement of the magnet construction.

Общие требования, предъявляемые к управляющему программному обеспечению ускорителей на высокие энергии

С.А.Астахов
ФИЯФ, Протвино

Управляющая система для больших ускорителей может быть создана только в виде мультикомпьютерного (мультипроцессорного) комплекса с разделяемым программным доступом к измерительным и управляющим точкам (каналам). Рассмотрение структуры программного обеспечения таких систем является актуальной задачей, так как имеются качественные отличия предъявляемых требований по сравнению с существующими системами.

Управляющее математическое обеспечение должно быть максимально независимо от аппаратных и программных платформ и легко настраиваться на конфигурацию. Оно также должно иметь достаточный уровень программной устойчивости относительно аппаратных отказов управляющего оборудования.

Работы по исследованию релятивистского клистрона с сеточным управлением

П.В.Аврахов, В.Е.Балакин, А.И.Бажан, А.В.Ларионов,
С.Ю.Казаков, В.Е.Теряев, В.И.Чашурин, Н.А.Соляк, В.Ф.Фогель,
В.Ф.Кузнецов, И.В.Чаюков, Е.И.Шашкевич, Т.С.Щепанюк, В.В.Сахаров,
В.М.Фурса, А.И.Слепцов, П.Б.Жоголев, Г.С.Крайнов

В работе описано устройство релятивистского клистрона с сеточным управлением и фокусирующей системой на постоянных магнитах. Описывается конструкция испытательного высоковольтного стенда. Приводятся результаты высоковольтных испытаний и результаты испытаний электронно-оптической системы клистрона. Представлены первые результаты по получению СВЧ-мощности.