

В 381.1
В. 85

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
СССР**

**АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ВСЕСОЮЗНОЕ
СОВЕЩАНИЕ ПО УСКОРИТЕЛЯМ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

9-16 октября 1968 г.

МОСКВА

по направлению внешнего однородного поля используется в технике формирования магнитных полей для ускорителей заряженных частиц и дает хорошее согласие с экспериментом.

Однако отсутствие численных критериев точности и границ применимости метода равномерного намагничивания является его существенным недостатком.

На примере расчета составляющих поля $H_z(r, z)$ показано, что необходимо учитывать второе приближение при расчете поля от намагниченных цилиндров и кольцевых шимм в магнитном состоянии, близком к насыщению, в следующих областях пространства:

1) для цилиндров и кольцевых шимм, у которых $1 < \frac{2h}{R} < 10$ в плоскостях, удаленных от оснований цилиндра на расстояние $z \leq h$ и для координат точек наблюдения $r \leq 2R$;

2) для вытянутых цилиндров и кольцевых шимм ($\frac{2h}{R} > 10$) только на оси и в плоскостях, удаленных от основания на расстояние $z \leq 0,2h$.

Н.А.Кузнецов, Б.В.Левичев, И.Я.Протопопов, А.Н.Скринский

МАГНИТНАЯ СИСТЕМА НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-3

Приводятся характеристики магнитной системы, описывается конструкция, особенности изготовления, методы коррекции и точности.

М.Ю.Гельцель, В.Н.Лазарев, А.А.Лившиц, А.А.Соколов, А.А.Тувик

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДЛЯ МАГНИТОВ ИМПУЛЬСНЫХ БЕЗЖЕЛЕЗНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Приводятся описание и результаты испытания генераторов однополярных импульсов тока для возбуждения магнитного поля в

одновитковых магнитах. Рассматривается вопрос о вентиляльной коммутации токов в интервале 10^5 - 10^6 а. Приводятся экспериментальные данные по вентиляльной коммутации токов в 100-200 ка с помощью полупроводниковых вентиляей и газоразрядных вентиляей оригинальной конструкции.

М.М.Карлинер, Б.В.Левичев, А.С.Медведко ✓

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА ЭЛЕКТРОМАГНИТА
НАКОПИТЕЛЯ ВЭШП-2

В качестве источника питания электромагнита накопителя ВЭШП-2 используется генератор постоянного тока типа ГП-5000. Измерение тока электромагнита, изменяющегося в пределах от 1 до 7 ка (при напряжении от 20 до 140 в), осуществляется с помощью шунта. Все блоки системы стабилизации выполнены на полупроводниковых приборах, в том числе и преобразователь сигнала ошибки в переменное напряжение. Погрешность стабилизации заданного уровня не превышает $(2-3) 10^{-4}$ в течение нескольких часов.

Л.Л.Данилов, Г.И.Сильвестров, Э.М.Трахтенберг ✓

ОДНОВИТКОВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ
С ШИХТОВАННЫМИ МАГНИТОПРОВОДАМИ

Описаны конструкции импульсных одновитковых поворотнo-фокусирующих магнитов и квадрупольных линз, разработанных в ИЯФ СО АН СССР.

Поле в апертуре таких магнитных систем формируется скиновыми поверхностями токонесущих шин и поверхностями шихтованного магнитопровода.

Рассмотрены вопросы формирования поля в апертуре и прочностные свойства конструкции при использовании максимально возможных индукций в стали магнитопровода.

В.Н.Пакин, Г.И.Сильвестров ✓

ФОРМИРОВАНИЕ ПОСТОЯННОГО И ИМПУЛЬСНОГО ПОЛЕЙ
ОБЩИМИ ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ МАГНИТНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ
ДЛЯ ПРОВОДКИ ПУЧКОВ ЧЕРЕЗ ОБЛАСТЬ ПОСТОЯННОГО ПОЛЯ

Рассматривается система проводки заряженных частиц через постоянное магнитное поле путем компенсации его встречным импульсным полем в момент прохождения частиц. Система применяется при впуске в накопитель. Точная компенсация практически во всей области проводки достигается с помощью шихтованных вкладышей в полюсах и профилированием токоведущих шин. Как постоянное, так и импульсное поле формируются общими эквипотенциальными магнитными поверхностями шихтованных вкладышей. Приводятся результаты магнитных измерений.

Г.Е.Елисеев, В.И.Нифонтов ✓

МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Устройство предназначено для измерения и регистрации отклонения величины импульсного сигнала от номинального значения в любое заданное время. Информация об измеренной величине выводится в цифровой форме визуально и на цифропечать и в аналоговой форме на самописец. Точность измерения 0,1%. Устройство выполнено на полупроводниковых приборах.

Б.Ф.Баянов, А.В.Ильин, В.Н.Пакин, А.П.Панов,
Г.И.Сильвестров

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ТОКА С АМПЛИТУДОЙ 10^6 а,
СТАБИЛЬНОСТЬЮ $\pm 10^{-3}$, ПРИ ЧАСТОТЕ ПОВТОРЕНИЯ 2 гц

Рассматриваются вопросы построения мощного импульсного генератора, питающего через специальный импульсный трансформатор магнит с рабочим полем порядка 150 кгс. Импульс тока в магните представляет собой полпериода синусоиды с амплитудой до 10^6 а и длительностью порядка 10^{-3} сек. Требуемая стабильность амплитуды порядка $\pm 10^{-3}$. Изложены методы и схемы для получения указанной стабильности.

Высказаны соображения по выбору коммутирующих устройств, осуществляющих разряд 50-килоджоульной конденсаторной батареи с рекуперацией энергии и частотой повторения 2 гц. Приведена конструкция мощного импульсного трансформатора с малой индуктивностью рассеяния.

С.К.Есин, О.А.Гусев, Б.Н.Жуков, А.П.Лебедев,
И.А.Мозалевский, Н.А.Моносзон, А.Г.Нечаев,
П.В.Смирнов, А.Р.Туманян, С.А.Хейфец

СИСТЕМА КОРРЕКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЕРЕВАНСКОГО СИНХРОТРОНА

Описываются основные элементы системы коррекции магнитного поля Ереванского электронного синхротрона. Приводятся физические параметры и технические характеристики.

Доклад охватывает радиочастотные ионные источники на водороде, некоторых тяжелых газах и соединениях, дуоплазмотронные ионные источники положительных и отрицательных ионов, импульсный дуоплазмотронный ионный источник.

Г.И.Димов, Ю.Г.Конonenko, И.Я.Тимошин,
О.Я.Савченко, В.Г.Шамовский

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ВОДОРОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ

В ИЯФ СО АН СССР разработано несколько импульсных источников ионов H^- с током от 1 до 15 ма длительностью от 100 до 1000 мксек для установки в высоковольтном электроде ускорителей Ван-де-Граафа. На основе стендовой модели плазменного источника ионов H^- на ток до 8 ма созданы три рабочие модели: две на ток 1 и 5 ма для установки в вертикальном ускорителе типа ЭГ-1,5 и одна на ток 1 ма для установки в горизонтальном ускорителе типа GEVN производства ГДР. Последняя модель отличается малыми габаритными размерами и весом и снабжена сорбционным титановым насосом для откачки водорода, что позволяет работать на частоте до 10 гц при малой газовой проводимости ускорительной трубки. На основе экспериментов на стенде для вертикального ускорителя изготовлен перезарядный источник ионов H^- с током до 15 ма длительностью 100-200 мксек.

М.И.Авраменко, Е.Я.Астахов, А.С.Бойцов, С.Г.Цепакин

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ ИОННЫХ СЛУСТКОВ
НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ
В УСКОРИТЕЛЯХ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Приведены результаты экспериментальной разработки импульсного ускорителя на энергию 400 кэв.

Д.С.Вальтман, И.Н.Дорофеев, Л.В.Кучеров,
Ю.П.Микрюков, В.Н.Попов

ИЗМЕРЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ,
ИЗМЕРЕНИЕ И РАЗВЕРТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА
СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО УСКОРИТЕЛЯ НА 2,5 Мэв

Описываются системы стабилизации тока, переносимого транспортерами зарядов, измерения ускоряющего напряжения автокомпенсационным роторным вольтметром, стабилизации ускоряющего напряжения по сигналу от роторного вольтметра с воздействием на зарядный ток.

Приводится описание системы развертки и бесконтактного измерения тока электронного пучка. Обсуждаются также результаты отработки перечисленных систем на действующем ускорителе.

Е.А.Абрамян, С.Б.Вассерман

УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

Описаны экономичные и компактные импульсные электронные ускорители с энергией несколько мегаэлектронвольт. Импульсный

ток 30-50 а и более, длительность импульса 0,05-3 мксек, частота повторения до сотен герц, средняя мощность в пучке 10 квт и более.

Е.А.Абрамян, В.В.Вечеславов ✓

СИЛЬНОТОЧНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ПРОТОНОВ

Приводятся схема конструкции и основные результаты экспериментов на ускорителе протонов трансформаторного типа (энергия - до 1,5 Мэв, импульсный ток - до 100 ма). Фокусировка пучка в ускоряющей трубке обеспечивается квадрупольными электростатическими линзами.

Роуз

ТАНДЕМНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ НА НАПРЯЖЕНИЕ 20 Мв

Возрастание стоимости сооружения ускорителей, вызванное их укрупнением и усложнением, экономически обусловило необходимость поиска более совершенных методов ускорения, что в случае электростатических ускорителей означает повышение рабочих градиентов. Ускорители, сооружаемые в настоящее время фирмой High Voltage Engineering, работают надежно при градиентах на трубке ~18 кв/см и при максимальном градиенте с высоковольтного электрода на бак ~ 125 кв/см. В наиболее крупных тандемах (модели МР) в рабочих условиях уже достигнуты напряжения более 11,0 Мв. Высоковольтная структура таких ускорителей размещается в баке

Т.А.Всеволожская, Г.И.Сильвестров

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЕ КАНАЛЫ ДЛЯ ИНЪЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ
И ПОЗИТРОНОВ В НАКОПИТЕЛЬ ВЭПН-3

Рассматриваются вопросы вывода электронного пучка из синхротрона, получения позитронов, транспортировки пучков и ввода их в накопитель. Определяется аксептанс накопителя и оптимальное расположение места впуска и инфлекторов. Фокусировка электронов на конвертер осуществляется короткофокусным поворотным магнитом, соби́рание позитронов - параболической линзой. Оптическая схема обеспечивает оптимальное вписывание фазового объема пучка в аксептанс и корреляцию частиц по энергиям в соответствии с ϕ -функцией накопителя.

В.И.Бобрик, В.В.Петров, Г.И.Яснoв

ИНЪЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В СИНХРОТРОН Б-4

Описывается расчет инъекции и ахроматическая система проводки пучка электронов из инжектора в синхротрон Б-4.

Г.И.Будкер, Т.А.Всеволожская, Г.И.Сильвестров

МОНОХРОМАТИЗАЦИЯ ПОЗИТРОННОГО ПУЧКА НА КЛИНООБРАЗНОМ ЗАМЕДЛИТЕЛЕ
ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАХВАТА
В НАКОПИТЕЛЬ ВЭПН-2

Рассматривается способ увеличения числа частиц в заданном энергетическом интервале, определяемом синхротронным захватом

в накопитель. Пучок позитронов после конвертера разлагается в спектр по импульсам светосильным спектрометром, в фокусе которого помещается клинообразный замедлитель. Спектрометр представляет собой магнит с углом поворота 150° , радиусом 3 см и полем 150 кэ. Малая величина радиуса необходима для уменьшения приращения поперечного фазового объема пучка на клине, которое пропорционально дисперсии.

Регенштрейф

ОГРАНИЧИТЕЛЬНАЯ ОПТИКА ДЛЯ СЕРПУХОВСКОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СЕПАРАТОРА ЧАСТИЦ

Выводятся основные параметры межрезонаторной оптической системы Серпуховского высокочастотного сепаратора частиц, при которых в обеих плоскостях получаются отрицательные единичные матрицы и по отношению к пучку обеспечивается максимальный угловой аксептанс. Рассматривается, кроме того, влияние хроматических аберраций и неустойчивостей в пучке.

Жермен

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ СЕПАРАТОР НОВОГО ТИПА ДЛЯ ЦЕРНА

Разработан электростатический сепаратор нового типа для ЦЕРНа, предназначенный специально для работы с пучками, обладающими малым импульсом. Длина электродов 1 либо 2 м, длину промежутка между ними можно без нарушения вакуумной изоляции доводить до 13 см. Анод изготовлен из нержавеющей стали, катод - из оксидированного алюминиевого сплава.

жения и тока длительностью от 1 мксек и более и уровнем 1 в и более с точностью не хуже $\pm 0,1\%$ и мгновенных значений импульсов длительностью 10 мксек и более и уровнем 1 в и более с точностью не хуже $\pm 0,2\%$.

В.С.Воронин

К РАСЧЕТУ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТОВ С ПЛОСКИМ ПОЛЕМ ДЛЯ УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Получены точные расчетные формулы для сверхпроводящих электромагнитов, создающих плоское поле дипольной, квадрупольной или другой конфигурации в апертуре круглого или эллиптического сечения при произвольной толщине обмотки. Выбор допустимой плотности тока и толщины обмотки производится на основе расчета величины максимального поля внутри обмотки. Рассматриваются также возможности экранирования таких магнитов.

В.Н.Пакин, А.П.Панов

ИЗМЕРЕНИЕ МГНОВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО ВОЛЬТМЕТРА

Рассмотрен прибор для относительных измерений мгновенного значения импульсного магнитного поля на основе индукционного датчика и RC -интегратора. Мгновенное значение напряжения на емкости интегратора запоминается и измеряется с помощью цифрового вольтметра, что позволяет легко автоматизировать процесс измерения.

Приведены оценки точности запоминания напряжения и его измерения ($\approx 0,1\%$) на одиночных и периодически повторяющихся импульсах длительностью 1 мсек, а также схема измерительного прибора.

Л.В.Васильев, Ю.Н.Денисов, С.А.Ивашкевич, П.Т.Шишлянников

ЯДЕРНЫЕ МАГНИТОМЕТРЫ С УЛУЧШЕННЫМ ОТНОШЕНИЕМ СИГНАЛ/ШУМ

Описывается два типа ядерных магнитометров, при разработке которых были приняты специальные меры для улучшения отношения сигнал/шум. В магнитометре первого типа улучшение отношения сигнал/шум достигается в результате применения "двойной" модуляции измеряемого магнитного поля переменными полями с частотами 50 гц и 3,2 кгц и выделения в тракте усиления второй гармоники резонансного сигнала (на частоте 6,4 кгц), промодулированной по амплитуде с частотой низкочастотного модулирующего поля. Выбранный способ выделения сигнала ЯМР приводит к эффективному сужению полосы пропускания тракта усиления и, как следствие этого, к улучшению отношения сигнал/шум. В магнитометре второго типа для улучшения отношения сигнал/шум в тракте усиления резонансного сигнала используется устройство, по своим характеристикам приближающееся к характеристикам линейного фильтра, оптимального для периодической последовательности сигналов ЯМР. Это устройство реализовано в виде частотного фильтра и сумматора с задержанной положительной обратной связью, причем величина задержки равна периоду следования сигналов ЯМР при точном выполнении условия резонанса.

Рассматриваются принципиальные схемы и характеристики обоих приборов.

Б.А.Баклаков, М.М.Карлинер, Б.В.Левичев, V
А.С.Медведко, И.Я.Протопопов

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТЕ НАКОПИТЕЛЯ ВЭП-3

Для выполнения большого объема прецизионных магнитных измерений на накопителе ВЭП-3 создана автоматическая измерительная система. В качестве измерительных элементов используются 15 датчиков Холла, равномерно (3 x 5) распределенных по сечению камеры накопителя. Датчики поочередно подключаются к измерительному усилителю с цифровым вольтметром на выходе. Результаты измерений автоматически наносятся на перфоленту, служащую для ввода в вычислительную машину "Минск-22". Погрешность измерений не превышает $\pm (3-5) \cdot 10^{-4}$.

М.Н.Захваткин, Э.А.Купер, В.И.Нифонтов, Л.И.Шалашова V

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СИНХРОТРОНЕ

Устройство предназначено для измерения параметров импульсного магнитного поля в заданный момент времени, данные выдаются в цифровой форме. Проводя серию измерений в различные моменты времени, можно исследовать поведение поля в данной точке камеры ускорителя на протяжении всего импульса.

Устройство выполнено на полупроводниковых приборах и ну-висторах. Точность измерения поля - 10^{-3} , точность измерения градиента поля - $5 \cdot 10^{-3}$.

Т.Е.Вечеславова, Н.И.Зубков, А.В.Ильин, Г.И.Сильвестров

ПОВОРОТНО-ФОКУСИРУЮЩИЕ МАГНИТЫ С ПОЛЯМИ 100-150 кэ
НА ЧАСТОТУ СЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ В НЕСКОЛЬКО ГЕРЦ

Рассмотрены вопросы применения импульсных магнитов с градиентной фокусировкой с полями 100-150 кэ в электронной оптике. Приводятся конструкции магнитов с полем 150 кэ на частоту следования импульсов 2 гц и с полем 100 кэ на частоту до 10 гц, которые представляют собой одновитковые системы с профилированными шинами, питающиеся через согласующие трансформаторы импульсами тока длительностью ~ 1 мсек и амплитудой 10^6 и $0,5 \cdot 10^6$ а соответственно. Рассмотрены вопросы крепления токонесущих шин, питания, контактов и подвода тока, отвода мощности и формирования полей скиновыми поверхностями шин.

В.Н.Пакин, Г.И.Сильвестров, Э.М.Трахтенберг

Septum -МАГНИТЫ ДЛЯ ОДНОБОРОТНОГО ВЫПУСКА С ПОЛЯМИ 50 кэ

Рассмотрены магниты для однооборотного выпуска заряженных частиц из накопителя с тонкой стенкой (~ 2 мм), отделяющей область выпуска от рабочей апертуры накопителя (так называемые Septum -магниты). Магниты представляют собой коаксиалы специального профиля с током до 500 ка и полем до 50 кэ.

Изложены вопросы динамики движения стенки под действием ударных ponderomotorных сил и на этой основе - варианты питания магнита, соответствующие минимальной деформации стенки, а также вопрос о внешних полях таких магнитов и результаты испытаний.

Б.В.Левичев, И.Я.Протопопов, А.Н.Скринский

МАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-3

Приводятся результаты измерений на магнитах ВЭПП-3. Использовалась автоматическая система измерений на основе датчиков Холла с перфорацией результатов на ленте и последующей обработкой на ЭВМ.

В.Н.Аносов, Ю.Н.Денисов, Н.И.Дьяков, В.И.Прилипка,
Н.С.Толстой, П.Т.Шишлянников

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
МАГНИТНОГО ПОЛЯ ИЗОХРОННОГО ЦИКЛОТРОНА

Описывается измерительный стенд, состоящий из магнитометра с магнитонасыщенным зондом и цифровым вольтметром в качестве регистрирующего прибора, устройства полуавтоматического перемещения датчика магнитометра в зазоре магнита с соответствующей системой регистрации его азимутального положения и программатором величины "шага" и анализатора гармоник, на котором производится математическая обработка результатов измерений после каждого цикла. Датчик магнитометра автоматически перемещается по азимуту на 360° при фиксированном в каждом цикле измерений радиусе. "Шаг" каждого такта перемещения может быть равен 2,5; 5; 7,5 или 10° . Точность установки заданного азимута составляет $\pm 0,005^{\circ}$, а радиуса - $\pm 0,1$ мм. Длительность одного цикла измерений (включая математическую обработку) составляет 10-15 мин. Величина поля в каждой точке, номер точки и результаты гармонического анализа полученной функции распределения

Э.И.Зинин

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА ПУЧКОМ

Рассматривается методика измерения параметров накопленных пучков (ток, поперечные и продольные размеры) по синхротронному излучению, применительно к установке ВЭПП-2. Приводятся данные по использованию для целей измерения передающих телевизионных трубок типа "Диссектор".

Э.А.Купер, В.И.Нифонтов, А.Ф.Серов, А.А.Шейнгузихт

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ БЫСТРО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТЫ УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Рассматриваются возможности и способы измерения мгновенного значения частоты ускоряющего напряжения и приводится ряд конкретных схем.

Д.Д.Большаков, Д.С.Иванов, А.А.Кузьмин,
С.М.Рубчинский, В.А.Уваров

СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ ОРБИТЫ ПРОТОНОВ В СИНХРОТРОНЕ НА 70 Гэв

Излагается методика определения замкнутой орбиты пучка протонов по данным измерения положения пучка в 30 и 75 точках по азимуту ускорителя. Приведены краткое описание и характеристики аппаратуры многоканальной системы наблюдения за положением орбиты пучка протонов. Изложены основные итоги испытания аппаратуры и результаты измерения замкнутой орбиты.

А.К.Орлов

ГИБРИДНЫЕ ВОЛНЫ В ДИАФРАГМИРОВАННОМ ВОЛНОВОДЕ С РАЗРЕЗНЫМИ ДИСКАМИ

Известно, что величина заряда, ускоряемого в линейном волноводном ускорителе, ограничивается эффектом "уточнения импульса тока". Этот эффект обусловлен гибридными волнами, которые возбуждаются в замедляющей структуре ускоряемым пучком. Эксперименты, выполненные в НИИЭФА, показали, что влияние гибридной волны на частицы можно существенно ослабить, если в дисках обычного диафрагмированного волновода провести радиальные разрезы.

Исследуются свойства гибридных волн в таком волноводе с разрезными дисками. На основании метода частичных областей получены выражения для компонент электромагнитного поля, действующего на пучок, выведено дисперсионное уравнение гибридных волн и оценено влияние разрезов на поток мощности в волноводе.

Е.А.Абрамян, В.А.Гапонов

ИНТЕНСИВНЫЕ УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ НА ЭНЕРГИИ 1-3 МэВ

Приводится описание сильноточных электронных ускорителей в диапазоне энергий 1-3 МэВ при средней мощности в пучке до 100квт.

Ускорители работают по принципу трансформатора, стабилизация энергии осуществляется регулировкой тока ускоряемых частиц. Для фокусировки пучка внутри ускоряющей трубки установлены постоянные магниты. Питание осуществляется от обычной электросети (50-60 гц) без дополнительных преобразователей.

Э.И.Горникер, М.М.Карлинер, В.М.Петров,
В.В.Петухов, И.А.Шехтман

ВЫСОКОЧАСТОТНОЕ ПИТАНИЕ НАКОПИТЕЛЯ ВЭПН-2

Описываемое устройство состоит из двух резонансных усилителей мощности, задающего генератора и системы управления. Один из усилителей на волне $\lambda_1 = 4$ м имеет номинальную мощность 150 квт, что позволяет развить на ускоряющей промежутке напряжение до 300 кв, необходимое для обеспечения малой длины сгустков частиц. Другой усилитель с номинальной мощностью 20 квт на волне $\lambda_2 = 12$ м служит для перевода накопленных частиц из трех сепаратрис в одну. Общий задающий генератор и устройство управления позволяют правильно сфазировать напряжения обеих частот. Блоки управления стабилизируют режим работы системы, автоматизируют операцию перезахвата, а также содержат цепи обратной связи для подавления электромеханических колебаний резонатора.

А.И.Анацкий, П.В.Букаев, Е.П.Хальчицкий

ИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА ЛИНЕЙНОГО ИНДУКЦИОННОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Сравниваются характеристики импульсных систем двух действующих линейных индукционных ускорителей электронов:

а) инжектора для исследовательской термоядерной установки "Астрон", Радиационная лаборатория Лоуренса, Университет Калифорния, США; и

б) инжектора для исследования предложенного В.И.Векслером и В.П.Саранцевым ускорителя, Дубна, ОИЯИ, СССР.

Рассматриваются некоторые особенности работы импульсных модуляторов с искусственной линией и водородным тиратроном на комплексную нагрузку - индуктор ЛИУ, параметры которой в первом приближении могут быть охарактеризованы схемой параллельного контура, находящегося в аperiodическом режиме. Показано, что при расчетах необходимо учитывать изменение параметров (в частности, R и L) в течение импульса.

Приводятся некоторые результаты экспериментов по разработке новой, более совершенной импульсной системы.

В.Г.Вещеревич, М.М.Карлинер, В.М.Петров,
И.К.Седяров, И.А.Шехтман

УСКОРЯЮЩИЙ РЕЗОНАТОР НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-2

Резонатор накопителя ВЭПП-2 имеет два рабочих вида колебаний: противофазный (собственная частота 75 Мгц, шунтовое сопротивление около 1 Мом) и синфазный (собственная частота 2 Мгц, эффективное шунтовое сопротивление около 30 ком). Рабочее ускоряющее напряжение до 300 кВ на третьей гармонике частоты обращения обеспечивается первым видом. Второй используется для перезахвата частиц из трех сепаратрис в одну. При конструировании резонатора учитывались требования, предъявляемые к спектру высоких собственных частот с целью обеспечения затухания когерентных синхротронных и бетатронных колебаний.

Рассмотрены два варианта включения системы согласования, содержащей два магнита с противоположными градиентами и две квадрупольные линзы с противоположными оптическими силами.

В первом случае система включается между магнитными периодами и обеспечивает дополнительный набег фазы, равный $\pi/2$, на согласованном промежутке. Во втором случае часть примыкающих магнитных периодов срезана, а согласующая система продолжена до точек срезов. В этом случае набег фазы на согласованном участке будет больше $\pi/2$ на величину суммарного набег фазы на срезанных участках магнитных периодов.

Расчеты показали, что второй вариант включения системы согласования обладает большими возможностями в подборе параметров этой системы, чем при первом варианте включения. В частности, таким путем были получены достаточно большие и равные друг другу (~ 44 м) расстояния между элементами согласования при расчете одного из вариантов кибернетического протонного ускорителя (на энергию 1000 Гэв), причем ошибка в согласовании по параметрам магнитного периода α , β , γ не превышала 1%, а размеры камеры в области согласованного промежутка увеличились не больше чем на 37%.

Я.С.Дербенев, Н.С.Диканский

ПОПЕРЕЧНЫЕ КОГЕРЕНТНЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАКОПИТЕЛЯХ

Рассматривается когерентное взаимодействие пучка заряженных частиц с резонирующими элементами камеры на резонансах типа $\omega_p \pm \omega_0 - n\omega_s$, а также обсуждается влияние "резонансного быстрого" затухания $\omega_p - \omega_0 - n\omega_s$ на накопление позитронов.

А.И.Аренштам, Г.И.Буджер, И.Н.Мешков,
В.Г.Пономаренко, А.Н.Скринский

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В ИЯФ СО АН СССР проводятся работы по осуществлению предложенного Г.И.Буджером метода демпфирования колебаний частиц в протон-антипротонных накопительных кольцах. Сделано две макетные установки, на первой из которых получен в постоянном режиме пучок электронов с энергией 40 кэВ и током 2 а. Вторая установка "Эпоха-1" (электронный пучок, охлаждающий антипротоны), рассчитанная на проведение экспериментов с протонным пучком в накопителе ВЭПП-3 (энергия протонов 200 МэВ, электронов 100кэВ), находится в стадии наладки.

В докладе приводятся описание и параметры обеих установок, результаты экспериментов с электронным пучком.

И.Е.Ковпак, О.С.Лупандин, Н.А.Хижняк

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ С ИСКУССТВЕННО АНИЗОТРОПНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ В СИЛЬНОТОЧНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ

Обсуждается возможность использования резонаторов с искусственно-анизотропным диэлектриком для резонаторного метода ускорения больших импульсных токов электронов полем стоячей электромагнитной волны.

Рассматриваются механизмы, обеспечивающие быстрый сброс накопленной энергии на ускоряемый пучок, и оценивается наибольший ускоренный заряд электронного сгустка и предельная длительность импульса.

эффекты связаны с влиянием пространственного заряда пучка частиц. Они изменяют равновесное состояние пучка (статические эффекты) и могут нарушать устойчивость движения в продольном и поперечном направлениях (динамические эффекты). Качественные и количественные характеристики возникающих в пучке неустойчивостей зависят от влияния окружающих стенок. Неустойчивости могут иметь различную природу: продольная неустойчивость типа отрицательной массы; неустойчивости на сопротивлении; неустойчивости, возникающие благодаря взаимодействию с резонатором, и др.

Коллективные эффекты, особенно существенные в сильноточных ускорителях и накопителях, играют также важную роль в обычных ускорителях в период инжекции, в области критической энергии и т.д.

Г.И.Димов, В.Г.Дудников, В.Г.Шамовский

ПОПЕРЕЧНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПРОТОННОГО ПУЧКА
ИЗ-ЗА КОГЕРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПЛАЗМОЙ
В КОЛЬЦЕВОМ УСКОРИТЕЛЕ

На экспериментальной кольцевой дорожке исследована ранее обнаруженная раскачка когерентных радиальных и вертикальных бетатронных колебаний протонов в резонансном и бетатронном режиме, в магнитном поле с постоянным и переменным градиентом. Установлено, что поперечная неустойчивость пучка протонов возникает из-за его взаимодействия с плазмой, образующейся в результате ионизации остаточного газа. Исследуемые когерентные эффекты объясняются на основе модели взаимодействующих пучков.

В.В.Осипов, Б.К.Шембель

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧАСТИЦ
ИНТЕНСИВНОГО ПРОТОННОГО ПУЧКА
В ЛИНЕЙНОМ УСКОРИТЕЛЕ

На электронной вычислительной машине проводилось численное исследование влияния пространственного заряда на продольное движение интенсивного аксиально-симметричного пучка протонов в линейном ускорителе. В расчетах использовалась модель пучка в виде коаксиальных заряженных колец переменного радиуса. Показано, что обмен энергией относительного движения между формирующимся сгустком и частицами, лежащими за пределами сепаратрисы, приводит к смещению границ области захвата в сторону отрицательных фаз и к заметному увеличению предельного значения тока по сравнению с аналитическими оценками, полученными в стационарном приближении.

Г.Н.Кулипанов, С.Г.Попов

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ
ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В УСКОРИТЕЛЕ Б-2С

Проведено экспериментальное изучение основных особенностей продольной неустойчивости электронного пучка в ускорителе Б-2С. Рассматриваются несколько возможных механизмов для объяснения полученных результатов. Показано, что продольная неустойчивость по своей природе близка к диокотронной неустойчивости, наблюдавшейся ранее в приборах СВЧ и плазменных установках.

Г.Н.Кулипанов, С.И.Мишнев, С.Г.Попов, Г.М.Тумайкин

ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ НА БЕТАТРОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПУЧКА В НАКОПИТЕЛЕ

Пучок электронов в накопителе является удобной моделью для изучения нелинейной колебательной системы со слабым затуханием.

Эксперименты проводились на накопителе ВЭП-1 при внешней резонансной раскачке и на нелинейном резонансе $3/4$. Обнаружено существование областей автофазировки для больших амплитуд бетатронных колебаний электронов. Измерены ширины этих областей и частоты фазовых колебаний внутри них. Изучено влияние стохастических процессов (флуктуации частоты бетатронных колебаний и рассеяние электронов на атомах остаточного газа) на поведение частиц в областях автофазировки; в частности, измерено время жизни и время заполнения этих областей. Обнаружено взаимное влияние близко расположенных областей фокусировки.

А.А.Коломенский

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Дается обзор основных характеристик электронных циклических ускорителей, сооруженных в последние годы, а также предложений по их усовершенствованию и по созданию новых установок. Проводится сравнение различных типов циклических ускорителей между собой, а также с линейными ускорителями на соответствующих энергиях. Обсуждаются возможности некоторых новых систем, предложенных в последнее время.

Г.Н.Кулипанов, С.Г.Попов

О КОЛЛЕКТИВНЫХ ПОТЕРЯХ ЭНЕРГИИ В УСКОРИТЕЛЕ Б-2С

Изучаются коллективные потери энергии электронов в ускорителе Б-2С, наблюдаемые при различных режимах работы ускорителя. Потери энергии отдельного электрона пропорциональны числу электронов, измеренные потери энергии достигают ~ 100 эв /оборот.

Учет коллективных потерь энергии позволяет объяснить некоторые эффекты, наблюдаемые при ускорении больших токов - образование нескольких равновесных орбит при бетатронном ускорении, необратимый захват электронов на дорожку при инъекции.

Экспериментально изучалось влияние ряда факторов на наблюдаемые эффекты. Делается заключение о возможном механизме, приводящем к коллективным потерям энергии.

Г.Н.Кулипанов, С.Г.Попов, Г.М.Тумайкин

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОТЕРЬ ЧАСТИЦ

В ЦИКЛИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЯХ

ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ НЕЛИНЕЙНЫЕ РЕЗОНАНСЫ

Приводятся результаты изучения потерь частиц при прохождении через нелинейные резонансы на ускорителе Б-2С. На накопителе ВЭП-1 подробно исследовалось прохождение через нелинейный резонанс $\nu_y = 2/3$.

Изучалось влияние амплитуд бетатронных и фазовых колебаний на количество потерянных частиц при разной скорости пересечения резонанса.

Приводится расчет динамики ускорения плазменного поршня до релятивистских скоростей. Показана возможность получения релятивистской плазмы с энергиями на нуклон \sim ГэВ на пути ускорения порядка нескольких метров при величине и энергии электронного тока, достижимой с помощью современных электронных ускорителей.

Н.С.Репалов, Н.А.Хижняк

К ТЕОРИИ КОГЕРЕНТНОГО УСКОРЕНИЯ ИОНОВ
МОДУЛИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ПОТОКАМИ
В ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Исследуется продольная устойчивость нескомпенсированных электронных сгустков в периодических структурах.

Изучен гипотетический случай прозрачного диэлектрика с периодически изменяющимися свойствами, а также исследована устойчивость сгустка в периодической структуре типа цепочки эндовибраторов.

Обсуждается возможность использования таких сгустков для когерентного ускорения ионов.

Г.Н.Кулипанов, С.И.Мишнев, С.Г.Попов, Г.М.Тумайкин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ВСТРЕЧИ В НАКОПИТЕЛЕ

Электромагнитное взаимодействие встречных сгустков в накопителе приводит к ряду эффектов, уменьшающих светимость установки при проведении экспериментов на встречных пучках. Сильно нелинейное поле встречного сгустка способствует переходу частиц

в области автофазировки нелинейных резонансов. На накопителе ВЭП-1 наблюдалось затягивание частиц в зоны автофазировки на нелинейных резонансах до 21 порядка и синхробетатронных резонансах до 5 порядка. Наблюдалось также слабо зависящее от частоты бетатронных колебаний увеличение поперечного сечения одного из пучков в присутствии встречного пучка большой плотности. Были обнаружены фазовые эффекты встречи, приводящие к изменению частоты фазовых колебаний частиц в сгустке.

В.Л.Ауслендер, Н.С.Диканский, М.М.Карлинер,
И.К.Седяров, А.Н.Скринский, И.А.Шехтман

КОГЕРЕНТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАКОПИТЕЛЕ ВЭП-2

Как сообщалось ранее, в накопителе ВЭП-2 было обнаружено явление когерентного затухания аксиальных бетатронных колебаний, а также радиальная, аксиальная и фазовая неустойчивости. Приводятся некоторые дополнительные сведения по этим эффектам, а также описываются методы подавления неустойчивостей.

О.Е.Лысенко, Н.А.Хижняк

К ТЕОРИИ РАДИАЦИОННОГО УСКОРЕНИЯ ИОНОВ В ВОЛНОВОДАХ МЕДЛЕННЫХ ВОЛН

Исследуется устойчивость квазинейтрального плазменного сгустка в радиационном ускорителе ионов.

Получены равновесные конфигурации плазменных сгустков в волноводе медленных волн как при наличии внешнего магнитного поля, так и без него.

(12 штук) до 10^{-4} тор и титановыми насосами НЭМ-300 и НЭМ-1Т (по 24 штуки) до давления порядка 10^{-6} тор. Вакуум измеряется приборами ВИТ и ВМБ.

Для участков ввода и вывода электронов разработаны конструкции радиационностойких секций из высокоглиноземистой керамики.

В.В.Анашин, В.Л.Ауслендер, Е.Д.Бендер, Г.А.Блинов,
М.Д.Малев, В.Н.Осипов, А.Т.Попов, Э.М.Трахтенберг

СИСТЕМА СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ ОТКАЧКИ
НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-2

Вакуумная камера накопителя откачивается сорбционными насосами типа "Азотит" и распределенными магниторазрядными насосами, работающими в собственном магнитном поле накопителя. Описаны режимы запуска системы и выведения ее на сверхвысокий вакуум. Приведены данные, полученные при работе накопителя.