

64242

ВЗ81.1 Всесоюзное совеща-
В.85 щание по ускорител-
телям заряженных частиц.

7-е

Дубна, 1980		б.ц.
28.8.12	Петров В.К.	

64242

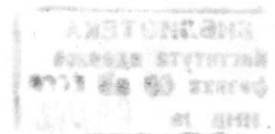
ВЗ81.1

В.85

СЕДЬМОЕ
ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ
ПО УСКОРИТЕЛЯМ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

(Дубна, 14-16 октября 1980 года)

АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ



ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ИСТОЧНИК МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

В.Г.Абдульманов, В.Л.Ауслендер, Ю.М.Колокольников, М.Д.Малев
Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Рассматриваются результаты экспериментальной отработки созданного в ИЯФ СО АН СССР электронно-лучевого источника многозарядных ионов с теплым вариантом фокусирующего соленоида биттеровской конструкции на поля ~ 1 Т и электронной пушкой Мюллера с большой компрессией пучка.

Плотность электронного пучка в рабочей области - до 1000 А/см^2 при токе пучка 3А. Остаточное давление $\sim 10^{-9} \div 10^{-10}$ Торр в области ионизации обеспечивается встроенными магнито-разрядными насосами, работающими в поле фокусирующего соленоида.

Отработаны: режим рекуперации электронного пучка на коллекторе, режимы быстрого и медленного выпуска ионов и их анализ. Отработана система импульсного напуска атомов твердого рабочего вещества.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ИСТОЧНИКА ИОНОВ ДЛЯ ЦИКЛОТРОНОВ

И.В.Колесов, Ю.Ц.Оганесян, А.С.Пасюк

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

О.Б.Ананьин, Ю.А.Быковский, В.П.Гусев, Ю.П.Козырев,
В.Д.Пекленков

Московский инженерно-физический институт

Рассматривается принципиальная схема циклотронного источника ионов лазерного типа. В данном варианте источника ионов лазерная плазма образуется в магнитном поле и транспортируется поперек магнитных силовых линий с эмиссионной щели. Приводятся экспериментальные результаты влияния поперечного магнитного поля на пространственные и временные характеристики ионной компоненты лазерной плазмы. Показано, что расстояние от мишени до эмиссионной щели является важным параметром, влияющим на такие характеристики лазерного источника ионов, как длительность, амплитуда и стабильность ионного тока. Приводятся результаты извлечения ионов из лазерной плазмы и анализ ионной компоненты, полученные на стенде полных источников ЛЯР ОИЯИ.

Приводятся данные по формированию ионного пакета при транспортировке лазерной плазмы к эмиссионной щели вдоль магнитных силовых линий.

Сессия А-III

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ
УСКОРИТЕЛИ

Председатель: К.П.Мызников

РАЗРАБОТКА РАДИАЦИОННО СТОЙКИХ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТОВ С ПОЛЕМ 5Т

В.Н.Карасюк, Г.И.Сильвестров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Приводится описание конструкций и технологии изготовления импульсных магнитов с полем 5Т, в которых полностью отсутствуют органические изоляторы, что позволяет применять их в условиях высоких уровней радиации, в частности, в мишенных станциях с интенсивностью протонных пучков более 10^{13} част/с. Описываются технология изготовления и испытания изоляционных покрытий на основе окиси алюминия, а также результаты ресурсных испытаний моделей магнитов.

ИЗМЕРЕНИЯ КРИТИЧЕСКОГО ТОКА СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ОБРАЗЦОВ ИЗ NT-50 ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ОБЛУЧЕНИИ ЧАСТИЦАМИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

П.Г.Василев, Н.М.Владиминова, В.И.Волков, И.Н.Гончаров

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Л.Н.Зайцев, Б.Д.Зельдич, В.И.Иванов, Е.Д.Клещенко

Московский инженерно-физический институт

В.Б.Хвостов

Институт медико-биологических проблем, Москва

Приводятся результаты экспериментального исследования зависимости критического тока мелкодисперсного сверхпроводящего кабеля при 4,2 К в поле 5 Т от плотности потока протонов, дейтронов и альфа-частиц с энергией порядка нескольких ГэВ в условиях плохой и хорошей теплоотдачи. Длительность импульсов: несколько мс и 100 мс. В условиях плохой теплоотдачи проведены также измерения критических токов в зависимости от энергии, выделяемой в микронагревателе, намотанном на сверхпроводящий кабель при длительностях импульсов от долей мс до сотен мс.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТОВ УСКОРИТЕЛЕЙ И УСТРОЙСТВ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Н.Г.Анищенко, Р.Халлер, Ю.А.Шишов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Электроизоляция при эксплуатации сверхпроводящих магнитов /СПМ/ подвергается совместному воздействию нескольких факторов: криогенных температур, больших механических нагрузок, радиационного облучения и импульсных или постоянных электрических напряжений. Электрически прочная при 4,2 К система изоляции СПМ может при авариях, сопровождающихся появлением нормальной зоны в обмотке, подвергнуться воздействию многочисленных электрических пробоев даже при разностях потенциалов внутри обмотки в несколько сотен вольт. Это связано с возможностью появления примеси водорода в нагреваемом газообразном гелии в охлаждающих каналах обмотки с органической изоляцией.

Приведены основные требования и даны некоторые рекомендации по выполнению электроизоляционных конструкций /ЭИК/ СПМ. В частности, в качестве витковой изоляции предлагается использовать липкую стеклоткань на основе полиамидного связующего, испытанную в конструкции одного из лабораторных СПМ /1,5 кА; 90 кДж/. Описана высоковольтная криогенная установка "Искриз" для испытаний электрической прочности материалов и предпробойных явлений в ЭИК, работающих в жидком гелии. Предлагается в качестве способа неразрушающего контроля состояния электроизоляции СПМ в процессе их длительной эксплуатации при многократных циклах охлаждения использовать метод периодических измерений интенсивности частичных разрядов /ЧР/ в электроизоляционных конструкциях, помещенных в жидкий гелий. Приведены результаты первых измерений интенсивности ЧР на образцах ЭИК в жидком гелии, осуществленных с помощью устройства МУТ-8.

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ЛИНЕЙНОМ УСКОРИТЕЛЕ ПОЗИТРОННОГО ИСТОЧНИКА ВЭПП-4

М.М.Карлинер, А.В.Кожемякин, П.Б.Лысянский, О.А.Нежевенко,
Г.Н.Острейко, Р.А.Салимов, Б.М.Фомель, В.П.Яковлев, Г.И.Яснов

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Для оптимального использования энергии, запасенной в высокочастотной структуре линейного ускорителя /ЛУ/, при однооборотной инжекции / $\tau = 30$ нс/ в синхротрон необходимо ускорять большие импульсы токи /пиковый ток $100 \div 300$ А/. Приводятся результаты численного моделирования движения сильноточных пучков в ЛУ с учетом распределения электромагнитного поля в структуре и собственного поля пучка. Численное моделирование позволило выбрать оптимальную схему электронно-оптического тракта ЛУ, обеспечившую получение минимального поперечного размера пучка на выходе ускорителя при предельных ускоряемых токах. Результаты численного расчета сравниваются с экспериментальными данными.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗКЕ ТОКОМ УСКОРЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРОТОННОГО СИНХРОТРОНА НА СВЕРХВЫСОКУЮ ЭНЕРГИЮ

О.А.Вальднер, С.В.Иванов, Э.С.Масунов

Московский инженерно-физический институт

И.И.Сулыгин, Б.К.Шембель

Институт физики высоких энергий, Серпухов

С целью увеличения интенсивности пучка в протонных синхротронах на сверхвысокую энергию обычно используют многократную инжекцию из бустера в основное кольцо ускорителя. При высоких к.п.д. и в случае неполного заполнения орбиты возникают нежелательные эффекты, связанные с импульсной нагрузкой ускоряющих элементов синхротрона. На основе самосогласованного подхода исследуется влияние импульсной нагрузки на характер фазовых колебаний частиц в синхротроне, при использовании волноводных и резонаторных ускоряющих элементов. Для параметров УНК проведен расчет увеличения фазового размера и импульсного разброса частиц в сгустках в зависимости от тока пучка.

УСКОРЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В ОДНОРОДНОМ КРУГЛОМ ДИАФРАГМИРОВАННОМ ВОЛНОВОДЕ С УЧЕТОМ НАГРУЗКИ ТОКОМ

И.С.Щедрин

Московский инженерно-физический институт

Рассмотрена задача нагрузки током ускоряющих однородных секций линейных ускорителей электронов в стационарном режиме. Решения получены при начальных условиях, отличных от нуля и зависящих от последовательного импеданса ускоряющей секции. Рассмотрен частный случай заданного движения точечных сгустков без скольжения, расположенных в максимуме поля стороннего генератора. Найдены предельные нормированные значения ускоряемых токов в стационарном режиме. Получены оценки предельного заряда одиночного сгустка для ускоряющих секций ЛУЭ.

Результаты, полученные в работе, могут быть полезны для разработчиков линейных ускорителей электронов, ВЛЭПП и сверхпроводящих линейных ускорителей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПУЧКОВ БОЛЬШОЙ ЯРКОСТИ В ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОНОВ

В.А.Поляков, И.С.Щедрин

Московский инженерно-физический институт

Рассматриваются вопросы расчета динамики электронного пучка большой /до $10^8 - 10^9$ А·см⁻²·ср⁻¹ / яркости в линейных резонансных ускорителях. Для исследования формирования и ускорения таких пучков, обладающих, кроме того, высокой монохроматичностью / $10^{-5} - 10^{-6}$ /, предлагается численный анализ влияния ускоряющих и фокусирующих полей на выходные характеристики пучка на основе метода аббераций. Наряду с внешними полями в математической модели учитывается поле объемного заряда пучка /методом заряженного эллипсоида и методом макрочастиц/. Полученные результаты показывают возможности и ограничения в формировании пучков с указанными параметрами и могут быть использованы при разработке линейного ускорителя электронов с прецизионными параметрами.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УСКОРЕНИЯ В СИЛЬНОТОЧНОМ РАЗРЕЗНОМ МИКРОТРОНЕ

К.А.Беловинцев, А.И.Карев, В.Г.Куракин

Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Проводится анализ фазового движения в разрезном микротроне, в котором в качестве ускоряющего элемента используется комбинация резонатора и секции линейного ускорителя на бегущей волне. Рассматривается формирование электронного сгустка при первом прохождении ускоряющего элемента, влияние на фазовое движение рассеянных магнитных полей поворотных магнитов, предлагается алгоритм настройки микротрона для реализации ускорения на последующих орбитах. Обсуждаются особенности бетатронного движения в разрезном микротроне при фокусировке ускоряемого пучка дублетами квадрупольных линз. Описывается методика настройки фокусирующей системы. Исследуется устойчивость системы пучок - ускоряющий элемент. Показано, что в разрезном микротроне возможно возникновение токовой неустойчивости. Даются соотношения для оценки критического значения тока. Приводятся расчетные характеристики разрезного микротрона ФИАН.

СТАБИЛИЗАЦИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ КОМПЕНСИРОВАННОГО ПРОТОННОГО ПУЧКА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ПЛАЗМЫ НА УСКОРИТЕЛЬНОЙ ДОРОЖКЕ

Г.И.Димов, В.Е.Чуприянов

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описан метод стабилизации двухпучковой протон-электронной неустойчивости замкнутого компенсированного протонного пучка большой интенсивности путем создания на ускорительной дорожке плазмы. За счет ионизации остаточного газа электронным потоком, движущимся вдоль ведущего магнитного поля, на экспериментальной накопительной дорожке удалось получить относительно спокойную плазму с плотностью порядка 10^9 см^{-3} . Для создания электронного потока было разработано специальное устройство - ионизатор остаточного газа. Экспериментально исследованы режимы его работы.

Приведены результаты экспериментов с накоплением протонов в присутствии на дорожке накопителя плазмы, создаваемой ионизаторами. Экспериментально подтверждено стабилизирующее воздействие достаточно плотной плазмы на дорожке накопителя на двухпучковую неустойчивость протонного пучка.

ИОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УСКОРИТЕЛЬНЫХ ТРУБОК СО СПИРАЛЬНЫМ ПОЛЕМ

А.Киш, Э.Колтаи, Д.Сабо

Институт ядерных исследований ВАН, Дебрецен

В последнее время в электростатических генераторах вместо ускорительной трубки с наклонным полем часто применяется трубка со спиральным полем^{/1/}, которая имеет хорошие вакуумные свойства и обеспечивает лучшую проводку пучка.

Были проведены расчеты и эксперименты для сравнения ионно-оптических свойств трубки со спиральным полем и трубок с однородным и наклонным полями.

На электростатическом генераторе ИЯИ ВАН^{/2/} путем непосредственных наблюдений изучались интенсивность и стабильность положения проведенного пучка для трубок различных конструкций. При измерении спектра тормозного излучения была получена информация об энергии вторичных электронов.

В расчетах использовалась программа, пригодная для описания ускорительных трубок с любыми комбинациями однородных, наклонных, призматических и спиральных полей. Распределение потенциала для участков с однородными и наклонными полями определялось из соответственно трансформированных однородных полей, а для участков со спиральным полем - из призматических полей, трансформированных с соответствующими углами. На участках с однородным полем траектории вычислялись аналитически, а с призматическим полем - методом Рунге-Кутты.

Результаты расчетов и измерений показывают преимущество трубок со спиральным полем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wegner H.E., Thieberger P. Revue de Phys.Appl., 1977, 12, p.1291.
2. Technical Report. АТОМКИ Közlemények, 1979.

ВСТРЕЧНЫЕ ПРОТОН-АНТИПРОТОННЫЕ ПУЧКИ В ПРОГРАММЕ УНК

Т.А.Всеволожская, Б.И.Гришанов, Я.С.Дербенев, Н.С.Диканский, И.Н.Мешков, В.В.Пархомчук, Д.В.Пестриков, Г.И.Сильвестров, А.Н.Скринский

Институт ядерных исследований СО АН СССР, Новосибирск

В.И.Балбеков, Г.Г.Гуров, А.И.Дрождин, К.П.Мызников, Ю.С.Федотов, В.А.Ярба

Институт физики высоких энергий, Серпухов

Обоснован выбор схемы инжекции и накопления антипротонов для реализации встречных протон-антипротонных пучков в УНК. Схема включает:

- устройства конверсии протонов в антипротоны, сбора и формирования пучка антипротонов;
- синхротрон-замедлитель, в котором производятся захват пучка антипротонов с большим фазовым объемом и замедление до энергии 400 МэВ;
- синхротрон-накопитель с электронным охлаждением на энергию антипротонов 400 МэВ;
- систему каналов.

Описываются параметры устройств, при которых достижима скорость накопления $5 \cdot 10^7$ \bar{p} /с. Приведены оценки времени жизни антипротонного пучка и прогнозируемая светимость УНК в режиме встречных протон-антипротонных пучков. Обсуждаются возможности перспективного совершенствования источника и реализации встречных дейтон-антидейтонных пучков.

СОСТОЯНИЕ РАБОТ НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-2М

И.Б.Вассерман, Е.С.Глускин, П.М.Иванов, Г.Я.Кезерашвили, И.А.Кооп, А.П.Лысенко, Е.А.Переведенцев, А.А.Полунин, А.Н.Скринский, Ю.М.Шатунов

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Приводятся данные по светимости в области низких энергий. Обсуждается опыт совместной работы накопителя и криогенного детектора с продольным магнитным полем 25 кГс. Рассматриваются возможности повышения светимости установки ВЭПП-2М и перспективы дальнейшего расширения экспериментов с синхротронным излучением.

ВЭПП-4: ЗАПУСК И ПЕРВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В.В.Анашин, Б.А.Баклаков, В.М.Боровиков, С.Б.Вассерман, Н.А.Винокуров, Б.И.Гришанов, А.А.Жоленц, Э.И.Зинин, А.С.Калинин, М.М.Карлинер, В.А.Киселев, Г.А.Корнюхин, Н.А.Кузнецов, Г.Н.Кулипанов, Э.А.Купер, Л.М.Курдадзе, А.А.Лившиц, Ю.Г.Матвеев, А.С.Медведко, Н.А.Мезенцев, С.И.Мишнев, О.А.Нежевенко, С.А.Никитин, А.П.Онучин, Г.Н.Острейко, Б.З.Персов, В.В.Петров, В.М.Петров, В.Ф.Пиндюрин, В.П.Приходько, И.Я.Протопопов, Ю.А.Пупков, А.Ф.Серов, В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, Г.И.Сильвестров, А.Б.Темных, Э.М.Трахтенберг, Г.М.Тумайкин, Ю.Н.Ульянов, И.А.Шехтман, Ю.И.Эйдельман, Г.И.Яснв

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Сообщается о результатах запуска ВЭПП-4. Эксперименты с двумя пучками велись на энергии ψ -мезонов. Максимальная светимость при энергии 1,85 ГэВ составляла $3 \cdot 10^{28}$ с⁻¹см⁻². С помощью резонансной деполяризации поляризованного пучка проведена абсолютная калибровка энергии с точностью, лучшей, чем $1 \cdot 10^{-4}$, что дало возможность более чем на порядок улучшить точность измерения масс ψ - и ψ' -мезонов.

В течение года планируется перейти в область энергий семейства Υ -мезонов и начать эксперименты с использованием детектора МД-1 с поперечным магнитным полем, обеспечивающим хорошие возможности для изучения двухфотонных процессов.

АБСОЛЮТНАЯ КАЛИБРОВКА ЭНЕРГИИ ЧАСТИЦ В НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-4 ПО ИЗМЕРЕНИЮ ЧАСТОТЫ ПРЕЦЕССИИ СПИНА ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

Н.А.Винокуров, А.А.Жоленц, В.А.Киселев, Г.Н.Кулипанов, Л.М.Курдадзе, Н.А.Мезенцев, С.И.Мишнев, С.А.Никитин, В.М.Петров, И.Я.Протопопов, Е.Л.Салдин, В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, А.Б.Темных, Г.М.Тумайкин, Ю.М.Шатунов, Ю.И.Эйдельман

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Методом резонансной деполяризации поляризованного пучка проведена абсолютная калибровка средней энергии частиц в накопителе ВЭПП-4. Метод основан на измерении частоты прецессии

f_{np} спина поляризованных электронов, поскольку отношение f_{np} к частоте обращения пучка в накопителе определяется лишь энергией электрона и его аномальным магнитным моментом.

Резонансное воздействие на поляризованный пучок электронов осуществлялось поперечным магнитным полем с плавно меняющейся частотой. При совпадении f_{np} с частотой переменного поля пучок деполаризуется. Момент деполаризации регистрируется по изменению скорости счета частиц, выбывающих из пучка вследствие тушек-эффекта, сечение которого зависит от степени поляризации пучка.

Абсолютная калибровка энергии пучков проведена с точностью, лучшей, чем 10^{-4} , что позволило провести прецизионные измерения масс ψ и ψ' -мезонов.

КОМПЕНСАЦИЯ ЛИНЕЙНОЙ СВЯЗИ БЕТАТРОННЫХ КОЛЕБАНИЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ В НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-4

А.А.Жоленц, С.А.Никитин, В.В.Петров, И.Я.Протопопов, Г.М.Тумайкин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается система skew-квадрупольных коррекций накопителя ВЭПП-4. Рассматриваются различные схемы включения корректирующих элементов, позволяющие осуществлять одновременно компенсацию линейной связи бетатронных колебаний, коррекцию вертикальной энергетической дисперсии в кольце накопителя, а также ее локальную регулировку в рабочих местах встречи. Описывается методика эксперимента по получению предельно малого вертикального размера пучка. Сообщается о способах измерения необходимых при этом параметров. Приводятся экспериментальные результаты.

ЭЛЕКТРОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОТОН-АНТИПРОТОННЫХ ВСТРЕЧНЫХ ПУЧКОВ

Я.С.Дербенев, А.Н.Скринский

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Исследуется возможность эффективного охлаждения $p\bar{p}$ -пучков высоких энергий / $E \approx 10^2 \div 10^3$ ГэВ/ в режиме встречи сопутствующим электронным пучком, циркулирующим в

в смежном накопителе и радиационно охлаждаемым. Рассматриваются ограничения скорости охлаждения эффектами взаимодействия $p\bar{p}$ -пучков при встрече и эффектом самонагрева пучка из-за многократного внутреннего рассеяния. Предлагаются способы, позволяющие избежать самонагрева охлаждающего электронного пучка или подавить его вредное влияние на процесс охлаждения пучков тяжелых частиц. По оценкам, может быть достигнуто время охлаждения порядка $10^2 \div 10^3$ с, при светимости $10^{29} \div 10^{30}$ см⁻² с⁻¹.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЕНСАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Н.С.Диканский, В.И.Куделайнен, В.В.Пархомчук, Д.В.Пестриков

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Приведены результаты экспериментов по компенсации пространственного заряда электронного пучка, необходимой для успешной работы накопителей антипротонов с электронным охлаждением. Измерены частоты колебаний ионов в пучке. Обнаружено, что колебания ионов имеют малую добротность, что позволяет надеяться на получение компенсации электронного пучка в системах с большой продольной длиной.

УСИЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

Я.С.Дербенев

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Продольная сносовая неустойчивость электронного пучка может быть использована для многократного усиления коллективного отклика на возмущение со стороны тяжелой частицы, т.е. для увеличения эффекта трения в методе электронного охлаждения. Неустойчивость создается путем наложения поперечного осциллирующего магнитного поля /ондулятора/ на продольное магнитное поле, сопровождающее электронный пучок. Можно реализовать, в зависимости от условий, маломасштабные неустойчивости трех видов: циклотронного типа, отрицательной продольной массы и радиационную неустойчивость /используемую в системах ЛСЗ/. Достижимое усиление ограничивается насыщением

неустойчивости в нелинейном режиме, статистическими флуктуациями поля и взаимным экранирующим влиянием тяжелых частиц. Обсуждаются меры, позволяющие сделать действие развившегося отклика максимально полезным. Рассмотрен способ подавления влияния дробового шума электронного пучка.

Метод дает возможность повышать на несколько порядков скорость охлаждения пучков с большим фазовым объемом в широком диапазоне энергий, включая релятивистские.

НАКОПИТЕЛЬ-РАСТЯЖИТЕЛЬ ПУЧКА ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ ЛУЭ-2000 ХФТИ АН УССР

Е.В.Буляк, В.Ю.Гончар, Ю.Н.Григорьев, И.С.Гук, Е.В.Еременко, Е.В.Инопин, И.И.Коба, В.В.Кондратенко, С.Т.Кононенко, В.И.Курилко, А.С.Мазманишвили, Н.И.Мочешников, Л.К.Мякушко, Л.В.Репринцев, Е.А.Толстой

Харьковский физико-технический институт АН УССР

Предложен и обсуждается проект кольцевого накопителя-растяжителя НР-2000 на выходе ускорителя электронов ЛУЭ-2000 ХФТИ для обеспечения проведения экспериментов по физике атомного ядра и элементарных частиц пучками электронов с коэффициентом заполнения порядка единицы. Приведены результаты расчетов параметров накопителя и "растянутого" с его помощью пучка электронов, а также соображения по выбору систем инжекции, транспортировки, компенсации энергетических потерь на излучение и вывода пучка.

СТОХАСТИЧЕСКОЕ РАЗМЫВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ФАЗОВОЙ ПЛОТНОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ УДЕРЖАНИИ ПРОТОННЫХ СГУСТКОВ

В.В.Котин, Г.Г.Гуров

Московский инженерно-физический институт

Осуществление проектов протон-антипротонных встречных пучков при максимальной светимости связано с длительным удержанием на магнитной дорожке синхротрона - накопителя одиночных плотных сгустков, время жизни которых, как показывают эксперименты, ограничено не только рассеянием на ос-

таточном газе и продольными неустойчивостями, но и действием шумов в.ч. системы.

Рассмотрены параметрические случайные возмущения фазовых колебаний, вызванные флуктуациями амплитуды в.ч. напряжения. Из решения уравнения Эйнштейна-Фоккера найдено характерное время размывания продольной фазовой плотности в сгустке. Вычислена вероятность потерь частиц из ограниченной области продольного фазового пространства. Определено среднее время жизни сгустка с заданным начальным распределением плотности.

Изложенные результаты позволяют корректно сформулировать ограничения на уровень шумов в.ч. системы протонного синхротрона, используемого в качестве накопителя при реализации проектов р-р⁻ встречных пучков.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ В УСТАНОВКАХ СО СТОХАСТИЧЕСКИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

В.В.Пархомчук, Д.В.Пестриков

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Проведено численное моделирование процесса накопления частиц в установке со стохастическим охлаждением. Показано, что взаимодействие пучка с системой обратной связи приводит к появлению когерентной неустойчивости, ограничивающей максимально возможную скорость накопления.

АВТОФАЗИРОВКА ОХЛАЖДЕННОГО ПУЧКА ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ КУЛОНОВСКОГО ТРЕНИЯ

Н.С.Диканский, В.А.Лебедев

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Предлагается метод группировки пучка тяжелых частиц по фазе в накопителе с электронным охлаждением путем введения малой модуляции скорости электронного пучка на частоте обращения. Возникающая модуляция силы трения приводит к группировке пучка по фазе. Рассмотрено фазовое движение частиц, получены установившийся фазовый размер пучка, его зависимость от количества частиц в пучке, допуски на отклонения магнитного поля, частоты модуляции и энергии электронного пучка от равновесных значений. Теоретические выводы согласуются с экспериментальными результатами, полученными на установке НАП-М.

КОРРЕКЦИЯ ЗАМКНУТОЙ ОРБИТЫ В ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОМ
НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-4

М.М.Бровин, А.А.Жоленц, Е.Н.Загородников, Э.А.Купер,
В.Н.Литвиненко, А.С.Медведко, С.И.Мишнев, С.А.Никитин,
И.Я.Протопопов

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

В электрон-позитронном накопителе ВЭПП-4 имеется около 100 элементов дипольной коррекции ведущего поля. Описывается система питания обмоток этих элементов. Управление токами в обмотках и контроль за ними полностью автоматизированы.

Рассмотрены способы, обеспечивающие коррекцию замкнутой орбиты по всему кольцу накопителя, а также ее локальную регулировку. Приведены экспериментальные результаты. Система коррекции орбиты на ВЭПП-4 действует с 1977 года.

Сессия Б-II

МАГНИТНЫЕ СИСТЕМЫ
И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Председатель: О.А.Гусев

снижения амплитуды азимутальной гармоники. Приведены основные схематические решения и осциллограммы в характерных точках системы.

СТАБИЛИЗАЦИЯ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ ПУЧКОВ В НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-2М ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Б.А.Баклаков, И.Б.Вассерман, В.Ф.Веремеенко, М.М.Карлинер,
С.П.Петров, Н.Г.Потапов, Ю.А.Пупков, Ю.М.Шатунов

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Эксперименты на комплексе ВЭПП-2М по сравнению аномальных магнитных моментов электрона и позитрона, по измерению массы K_s -мезона требуют стабилизации энергии частиц с погрешностью на уровне $1 \cdot 10^{-5}$. В системе питания электромагнитов накопительного кольца с максимальным током до 8 кА, мощностью 800 кВт усовершенствован канал подавления пульсаций и введен дополнительный контур обратной связи по магнитному полю, включающий нутационный ЯМР-магнитометр. Это позволило уменьшить нестабильность магнитного поля до величины $1/2 \div 3/10^{-6}$. Опорная частота магнитометра задается от ЭВМ согласно автоматическим измерениям среднего радиуса кольца накопителя. Калибровка энергии производится по эффекту резонансной деполяризации пучков.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ МАГНИТА ПРОТОННО-ИОННОГО СИНХРОТРОНА Б-5

В.Л.Ауслендер, С.В.Кузьмин, Р.М.Лапик, В.П.Томилов, А.А.Тувик

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается резонансная система питания с подмагничиванием магнита ускорителя постоянным током. Возбуждение колебательного контура осуществляется от одноконтурного преобразователя с индуктивным накопителем энергии. Рассматриваются способы стабилизации магнитного поля на уровнях инжекции и выпуска заряженных частиц, а также способ синхронизации частоты работы системы питания с частотой питающей сети. Система питания характеризуется следующими основными параметрами:

Частота циклов ускорения	- 50 имп/с
Энергоемкость магнита ускорителя	- 50 кДж
Максимальное значение тока магнита	- 12 кА
Активные потери в элементах схемы	- 400 кВт.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТА СИНХРОТРОНА ТПИ

Л.Д.Бутаков, В.К.Дубич, Г.Ф.Кирихина, Н.А.Лашук,
З.Ш.Фасхутдинов

НИИ ядерной физики при Томском политехническом институте

Рассматриваются вопросы модернизации импульсной однополярной схемы питания электромагнита, предпринятой с целью повышения частоты повторения циклов и уменьшения погрешности стабилизации магнитного поля.

Увеличение частоты повторения циклов и ликвидация импульсной загрузки питающей сети достигнута путем введения буферного емкостного накопителя и цепи колебательной дозарядки основной конденсаторной батареи.

Улучшение стабильности амплитуды магнитного поля получено с помощью применения системы автоматического регулирования /САР/. В качестве регулятора САР используется предзарядное напряжение, которое регулируется управляемым выпрямителем и тиристорным прерывателем тока дозарядки.

Уменьшение неравномерности индукции на плоской части импульса достигнуто с помощью системы автоматического регулирования включения тиристорных формирователей плато.

В результате проведенных работ частота циклов синхротрона увеличена в зависимости от энергии электронов с 3 до 13 Гц, погрешность стабилизации поля снижена с $5 \cdot 10^{-3}$ до 10^{-3} за 24 часа.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ С УЧЕТОМ НАСЫЩЕНИЯ ФЕРРОМАГНЕТИКА

Н.И.Дойников, В.С.Кашихин

Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д.В.Ефремова, Ленинград

Изложены особенности методики численного моделирования квазистационарных электромагнитных полей с учетом эффектов насыщения ферромагнетика и зависимости проводимости токонесущих элементов от температуры.

Моделирование магнитного поля проводилось методом конечных разностей, а решение получающейся системы нелинейных алгебраических уравнений - методом нелинейной последовательной верхней релаксации.

Приведены результаты численного моделирования магнитного поля одновиткового магнита типа "Оконная рама". Показано удовлетворительное согласие данных расчета и магнитных измерений, выполненных на импульсном магните на индукцию 6Т.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО МЕТОДА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СИСТЕМАХ С ЖЕЛЕЗОМ

В.А.Дзюба, М.М.Карлинер, П.Б.Лысянский, Б.М.Фомель

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Предлагается система программ для расчета магнитных элементов ускорительных комплексов и плазменных ловушек. Вычисление двумерных магнитных полей с учетом насыщения железа производится на основе прямого интегрального метода.

Разработанные программы вычисляют как плоские, так и аксиально-симметричные магнитные поля с погрешностью 10^{-3} и допускают практически произвольную форму железа и шин с током. Было обнаружено, что при больших μ задача определения магнитного поля в железе становится некорректной, т.к. в ее решении появляются противоречащие физике явления вихревые потоки магнитного поля. Подавление некорректности или регуляризации задачи производится с помощью сглаживающего функционала А.Н.Тихонова.

Программы использовались для определения области постоянного градиента поля в С-образных магнитах, изучения влияния формы полюсов на конфигурацию поля в секстипольных и квадрупольных линзах, разработки геометрии сепаратора нейтралов и ионов на входе плазменной ловушки, разработки отклоняющей системы мощного в.ч. генератора и ряда других задач.

РАСЧЕТЫ ДВУМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ДИПОЛЕЙ И КВАДРУПОЛЕЙ МЕТОДОМ ОТРАЖЕННЫХ ТОКОВ

И.А.Шелаев, И.П.Юдин

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

С помощью метода отраженных токов проведено теоретическое исследование двумерных магнитных полей сверхпроводящих диполей и квадрупольных с прямоугольной апертурой.

Приведены расчетные формулы, которые реализованы в виде фортран-программы на ЭВМ CDC-6500 ОИЯИ. Показано, что для создания моногармонических магнитных мультипольных систем /диполь, квадруполь/ прямоугольная апертура является достаточно простой для реализации.

Для диполя исследованы неоднородности поля, возникающие внутри апертуры магнита, и найден способ формирования высоко-однородного поля путем компенсации третьей и пятой гармоник.

Для квадрупольной получена конфигурация сверхпроводящей обмотки, дающая чисто квадрупольное поле внутри апертуры. При этом на радиусе $r=1,5$ см высшие гармоники / $n = 4, 6, 8, 10$ и т.д./ с точностью $5 \cdot 10^{-5}$ равны нулю.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЕЙ ВЫСОКОЙ ОДНОРОДНОСТИ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТАХ ТИПА "ОКОННАЯ РАМА"

В.С.Алфеев, М.А.Воеводин, А.Ю.Грищенко, А.Д.Коваленко,
В.И.Лобанов, И.А.Шелаев, И.П.Юдин

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

В терминах гармоник поля проведено исследование неоднородностей магнитного поля серии сверхпроводящих /СП/ диполей с прямоугольной апертурой в "теплом" варианте / $T=300$ К, ток в обмотке $I=50$ А, поле в апертуре 550 Э/. Показано, что наибольшую неоднородность создает корпусная изоляция обмотки. Приведены результаты измерений гармоническими катушками для магнитов с корпусной изоляцией толщиной $\delta=0,1; 0,5$ и 1 мм. Для $\delta=0,5$ мм амплитуда 3-й гармоники равна 1% от первой, 5-й -0,5% и 7-й --0,05% на радиусе $r=2,5$ см /91% от полной апертуры/.

В следующей серии СП магнитов влияние корпусной изоляции $\delta=0,5$ мм компенсировалось дополнительными изоляционными прокладками между витками обмотки. Приведенные к радиусу $r=2,5$ см измеренные отношения амплитуд высших гармоник к первой C_n оказались следующими: $C_3 = -0,01\%$, $C_5 = 0,05\%$, $C_7 = -0,06\%$. При этом суммарный уровень неоднородности $\Delta H/H = 10^{-4}$ на радиусе, равном 70% апертуры.

Проведенные исследования в сверхпроводящих магнитах с прямоугольной апертурой показали возможность формирования поля с относительной неоднородностью $\Delta H/H = 10^{-4}$. При этом достигнутая точность измерений была равна $0,5 \cdot 10^{-4}$.

ТРЕХМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ ДИПОЛЕ

З.В.Борисовская, С.Д.Ворожцов, Т.Н.Дударева, И.А.Шелаев,
И.П.Юдин

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

С помощью программы GFUN 3Д, адаптированной на ЭВМ CDC-6500, получены трехмерные распределения магнитного поля в сверхпроводящем диполе типа "Оконная рама". Расширены возможности программы в результате описания новой конфигурации обмотки.

Исследовано влияние на неоднородности поля конечной длины диполя. Особое внимание обращено на оценку вклада в неоднородности поля обмотки, расположенной на торцах магнита. Показано, что амплитуды высших гармоник как функции координаты z /длина магнита/ имеют большие значения на торцах магнита.

Найденное распределение уровня поля и амплитуд высших гармоник вдоль оси магнита позволило оценить интегральные величины гармоник $\int H_n(z) dz$ и дать рекомендации по формированию высокооднородного поля во всем объеме диполя.

Исследование проведено для индукций внутри магнита, равных $B = 0,6$ Т и $2,5$ Т.

Полученные распределения магнитного поля хорошо согласуются с имеющимися результатами измерений.

МНОГОГЕРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР УНИПОЛЯРНЫХ ИМПУЛЬСОВ ТОКА

В.Г.Волохов, Г.И.Сильвестров, А.Д.Чернякин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается генератор униполярных синусоидальных импульсов тока для питания магнитных элементов систем впуска-выпуска, коммутации и транспортировки пучков ускорителей, работающих на частотах в десятки герц.

Емкостный накопитель с энергией $1,5$ кДж / $V = 10$ кВ/ коммутируется на индуктивную нагрузку пятью параллельными ветвями тиристоров Т9-160, специальная ошиновка которых обеспечивает работу при длительности импульса до 50 мкс при амплитуде тока до 15 кА. Заряд конденсаторной батареи осуществляется через индуктивный накопитель, запитываемый от низковольтного выпрямителя. Точная отсечка зарядного тока обеспечивает стабильность напряжения на батарее лучше $0,1\%$. Режим работы генератора непрерывный или пакетно-импульсный: 13 имп./с с секундным интервалом между пакетами. Число импульсов в пакете и интервалы между ними могут меняться в широких пределах. Управление генератором местное и дистанционное - аналоговым сигналом от ЭВМ. Генератор сконструирован в шкафу размерами $100 \times 100 \times 220$ см³.

Сессия Б-III

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ
И РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ
СИСТЕМЫ УСКОРИТЕЛЕЙ

Председатель: А.А.Кузьмин

ПОСТРОЕНИЕ "БЫСТРЫХ" УСТРОЙСТВ СИНХРОНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.К.Ваганов, В.С.Васильев, В.И.Гордин, Н.М.Смирнов

Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д.В.Ефремова, Ленинград

На системы синхронизации сильноточных ускорителей, а также на системы таймирования устройств ввода и вывода пучка электрофизических установок налагается ряд специфических требований. Это - высокая точность временной привязки моментов запуска устройств питания к стартовому импульсу, малая дискретность регулирования интервалов временных задержек, высокая стабильность формируемых временных интервалов.

Рассматриваются вопросы, связанные с решением задач, направленных на удовлетворение этих требований. Приводятся схемы электронных задержек, используемых в системе питания бамп-магнитов бустера БУ-70, и блоков аппаратуры системы синхронизации сильноточного инжектора ЭКУ-6. Разработанные устройства обеспечивают нестабильность привязки к импульсам запуска не хуже 3 нс, температурную нестабильность временной задержки не более 0,4 нс/град., дискретность регулирования задержки около 4 нс при широком диапазоне ее регулирования.

УСКОРЯЮЩАЯ СИСТЕМА ПРОТОННО-ИОННОГО СИНХРОТРОНА Б-5

И.И.Авербух, В.Л.Ауслендер, М.М.Карлинер, В.Г.Ческидов, А.А.Шейнгилизхт

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается резонансная ускоряющая система синхротрона Б-5, обеспечивающая высокочастотное напряжение с амплитудой 7 кВ и импульсной мощностью 30 кВт в диапазоне перестраиваемых частот $2,5 \frac{1}{3} - 31$ МГц. Время частотной перестройки - 10 мс. Число перестроек в минуту - 3000.

Перестройка частоты ускоряющих резонаторов осуществляется с помощью ферритов. Наибольшая скорость перестройки - 6000 МГц/с. Настройка по частоте ускоряющих резонаторов и питающего резонансного усилителя осуществляется автоматической системой.

Рассмотрена конструкция ускоряющей системы, обеспечивающая работу в вакуумной камере. Дается описание точной привязки высокочастотной системы к магнитному полю синхротрона.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСКОРЯЮЩИХ СТРУКТУР

В.В.Парамонов, О.В.Сердюк, А.П.Солодухин
Институт ядерных исследований АН СССР, Москва

А.Г.Дайковский, Ю.И.Португалов, А.И.Федосеев
Институт физики высоких энергий, Серпухов

М.М.Карлинер, П.Б.Лысянский, Б.М.Фомель, В.П.Яковлев
Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описана система программ, позволяющих вычислять собственные частоты и электромагнитные поля в аксиально-симметричных резонаторах и продольно-однородных волноводах.

В основе расчетов лежит метод SUPERFISH, который может быть интерпретирован как возбуждение резонатора кольцевым током с поиском резонансных гармоник возбуждения, и метод LANS, соответствующий возбуждению объемным током. Каждый из методов имеет свою область преимущественного применения.

Допускается практически произвольная форма границ резонатора; вычисления ведутся на нерегулярной треугольной сетке с использованием прямого метода решения конечных уравнений, аппроксимирующих уравнения Максвелла. Для ЭВМ с быстродействием 1 млн.оп./с характерное время вычисления одной частоты и соответствующих ей полей - 10-20 с. Характерная погрешность в вычислении частоты составляет 10^{-8} .

Обобщен опыт работы с программами системы, которые использовались в ряде расчетов по ускоряющим структурам ускорителя "Мезонная фабрика" ИЯИ АН СССР, структуры УНК и инжектора ИФВЗ, по ускоряющей структуре накопителя ВЭПП-4 ИЯФ СО АН СССР.

В докладе сделан также краткий обзор других методов расчета в.ч. ускоряющих структур.

МЕТОДЫ СТАБИЛИЗАЦИИ В.Ч. ПОЛЕЙ В ЛИНЕЙНОМ УСКОРИТЕЛЕ ПРОТОНОВ - ИНЖЕКТОРЕ В БУСТЕР ПРОТОННОГО СИНХРОТРОНА ИФВЗ

И.Г.Мальцев

Институт физики высоких энергий, Серпухов

Сообщается об особенностях нагрузки интенсивным импульсным пучком протонов начальной части /НЧУ/ и секций основной части /ОЧУ/ ускоряющей системы УРАЛ-30. Дается обоснование требований к диапазону регулирования и быстродействию системы стабилизации.

СИСТЕМА ТРАНСПОРТИРОВКИ ПУЧКА ПОЗИТРОНОВ С БОЛЬШИМ ФАЗОВЫМ ОБЪЕМОМ

В.Ф.Клюев, А.В.Кожемякин, Г.И.Яснот

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается система транспортировки пучка позитронов с большим фазовым объемом в позитронном источнике для ВЭПП-4. Система обеспечивает согласование эмиттанта с акцептансом синхротрона Б-4 и корреляцию энергия-орбита для оптимизации захвата. Проводится сравнение расчетных параметров пучка с параметрами, полученными в эксперименте.

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙТРИННЫХ ПУЧКОВ НА УСКОРИТЕЛЯХ С ЭНЕРГИЕЙ В НЕСКОЛЬКО ТЭВ

Т.А.Всеволожская, Г.И.Сильвестров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Рассматриваются некоторые возможности формирования нейтринных пучков в диапазоне импульсов 0,1-0,5 ТэВ и выше с помощью литиевых линз, клиновых линз и секторных магнитов. Обсуждаются построенные из этих элементов оптические схемы, позволяющие получать пучки, растянутые во времени до десятков миллисекунд, моноимпульсные вторичные пучки и пучки с минимальным уровнем фона.

Описываются варианты жидко-металлических мишеней для работы с протонными пучками интенсивностью более 10^{13} частиц в импульсе.

МИШЕННАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ИНТЕНСИВНЫМИ ПРОТОННЫМИ ПУЧКАМИ

Б.Ф.Баянов, Г.С.Виллевалд, В.Г.Волохов, Т.А.Всеволожская, А.А.Диденко, В.Н.Карасюк, Г.И.Сильвестров, Т.В.Соколова, А.Д.Чернякин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается проект мишенной станции, предназначенной для работы с протонными пучками интенсивностью более 10^{13} част/имп. Фокусировка пучков в которой осуществляется литиевыми линзами, а мишень работает во взрывном режиме.

Мишенная станция включает в себя линзу, фокусирующую протонный пучок размером менее миллиметра, мишенное устройство, представляющее собой плоскую струю жидкого металла, линзу, собирающую вторичные частицы в угле до 0,1 рад., и сепарирующий магнит, отделяющий вторичный пучок от первичных протонов.

Вся аппаратура размещена на одной платформе длиной около 2 м, способной быстро выдвигаться из сплошной защиты, что обеспечивает оперативный доступ ко всем элементам для их дистанционного обслуживания, демонтажа и замены. Все элементы представляют собой радиационно стойкие конструкции без органических изоляторов.

АЛГОРИТМ МНОГОФАКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ИНЖЕКЦИИ И ЗАХВАТА ПРОТОННОГО СИНХРОТРОНА

Н.Н.Алексеев, М.А.Веселов, Л.Л.Гольдин, В.П.Заводов, А.С.Рябцев

Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва

Увеличение числа параметров ускорителя, включенных в систему автоматической оптимизации, потребовало усовершенствования алгоритмов экстремального поиска для увеличения скорости и повышения надежности экстремальной настройки режима инжекции и захвата протонного синхротрона ИТЭФ.

В результате экспериментальных исследований различных алгоритмов экстремального поиска по 20 регулируемым параметрам разработан алгоритм, являющийся модификацией метода симплексного планирования с запретом возврата и адаптацией, основанной на априорной информации о регулируемых параметрах, обеспечивающих высокую скорость и повышенную надежность оптимальной настройки режима в условиях значительного уровня шумов.

РЕЗОНАТОРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКА УСКОРИТЕЛЕЙ НА ВЫСОКИЕ ЭНЕРГИИ

А.А.Глазков, А.И.Глазов, Л.К.Алексеев

Московский инженерно-физический институт

Рассмотрены методы измерения тока, положения и фазовой протяженности сгустка заряженных частиц высокой энергии на основе резонаторных датчиков. Представлены результаты экспериментального исследования новых датчиков: двухкоординатного датчика положения на основе призматического резонатора с одновременным возбуждением E_{120} и E_{210} видов колебаний,

Рассматриваются углеродные пленки толщиной 20 ± 10^3 мкг/см² /образующийся при пиролизе графит имеет плотность 2 г/см²/. Полученные пленки обладают высокой прочностью на разрыв - до 50 кг/мм².

Исследуется термостойкость пленок под пучком протонов и электронов и их возмущающее воздействие на исследуемый пучок. Обсуждаются другие применения пленок, в частности, в процессах обдирки и перезарядки ионов.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО ОНДУЛЯТОРНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

Д.Ф.Алферов, Ю.А.Башмаков

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Приводятся аналитические выражения, связывающие спектрально-угловые характеристики ондуляторного излучения с параметрами пучка заряженных частиц. Показано, что свойства ондуляторного излучения чувствительны к угловому разбросу, размерам, временной структуре пучка и к энергии его частиц. Использование ондуляторов позволяет расширить возможности оптических методов диагностики параметров пучков заряженных частиц.

По ондуляторному излучению в оптическом диапазоне длин волн определены параметры пучка ускоренных электронов в синхротроне "Пахра", причем отдельно измерены угловой разброс и поперечные размеры пучка.

ДИАГНОСТИКА ВПУСКАЕМОГО И ЦИРКУЛИРУЮЩЕГО ПУЧКОВ С ПОМОЩЬЮ ПИКАП-ЭЛЕКТРОДОВ В НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-4

А.М.Батраков, А.С.Калинин, И.Я.Протопопов, А.Д.Хильченко

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описаны две системы для диагностики пучка на электронно-позитронном накопителе ВЭПП-4.

Первая служит для контроля первого оборота. В ней регистрируются ток и положение пучка в совокупности точек периметра накопителя.

Вторая, использующая одиночный датчик, предназначена для многооборотного контроля впускаемого и циркулирующего пучков.

Эта система позволяет регистрировать синхротронные и бетатронные колебания, параметры которых определяются численным спектральным анализом.

В качестве датчиков использованы электростатические пикап-электроды с фильтрами.

ДИАГНОСТИКА ПУЧКА НА КАНАЛЕ НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-4

А.С.Калинин, В.А.Киселев, Э.А.Купер, В.П.Черепанов,
Ю.И.Эйдельман

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

На электронно-оптическом канале накопителя ВЭПП-4 для изменения тока, положения и поперечного распределения плотности пучка электронов и позитронов используются, соответственно, резонаторные датчики, датчики тока изображения и вторично-эмиссионные датчики. Информация со всех типов датчиков оперативно вводится в ЭВМ, и результаты обработки в виде таблиц, графиков и гистограмм выводятся на дисплей.

Описываются принцип работы датчиков, их устройство, электронная аппаратура и программное обеспечение.

ЛИТIEВАЯ ЛИНЗА ДЛЯ ФОКУСИРОВКИ В МАЛЫЙ РАЗМЕР ПРОТОННЫХ ПУЧКОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Б.Ф.Баянов, Ю.Н.Петров, Г.И.Сильвестров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается литиевая линза, обеспечивающая получение сантиметровой β -функции при фокусировке протонного пучка с энергией 80 ГэВ и предназначенная для применения в антипротонной мишенной станции FNAL /США/. Описывается конструкция линзы с согласующими трансформаторами, системами юстировки и устройствами для дистанционного отключения и разборки, выполненными с использованием только радиационно стойких изоляторов, что позволяет применять их для работы с протонными пучками высокой интенсивности.

Приводятся результаты ресурсных испытаний до 10^7 циклов на частоте следования 13 Гц.

КОМПЛЕКТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
УСКОРИТЕЛЬНО-НАКОПИТЕЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ НА БАЗЕ СТАНДАРТА КАМАК

А.М.Батраков, Ю.И.Голубенко, Б.А.Гудков, В.В.Каргальцев,
Э.А.Купер, А.В.Леденев, В.И.Нифонтов, А.Д.Орешков, Г.С.Пискунов,
В.В.Репков, А.Е.Селиванов, С.В.Тарарышкин, Н.А.Уваров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

В ИЯФ разработан комплект аппаратуры для реализации управляющих систем в стандарте КАМАК. При соответствующем подходе к структуре блоков и системе в целом, КАМАК открывает новые возможности для технической реализации современной идеологии в организации систем управления. Это стандарт, отвечающий насущной тенденции создания приборов с использованием программируемой логики и распределенной оперативной памяти.

При помощи контроллеров, оборудованных каналом прямого доступа и специальным программатором, крейты органически стыкуются с микро-ЭВМ /Электроника-60/ и решают проблемы реального масштаба времени в системах управления. Комплект аппаратуры включает в себя следующие группы приборов:

- аналого-цифровые преобразователи для всего диапазона задач в системах управления, включая прецизионные измерения, измерения однократных быстро протекающих процессов и регистрацию импульсных сигналов. Приборы снабжены аналоговыми мультимплексорами и внутренними запоминающими устройствами;
- цифро-аналоговые преобразователи с широким диапазоном регулирования для управления удаленными объектами и устройствами многоканального типа;
- приборы для измерения и управления временными интервалами в импульсных установках, модули для регистрации и управления позиционными состояниями элементов комплекса, устройства для измерения температуры, вакуума и радиации;
- системные модули для организации связи с ранее разработанной управляющей структурой на базе ЭВМ типа ОДРА-1325 и крейт-контроллеры для организации узловых центров на базе микро-ЭВМ типа Электроника-60;
- устройства, повышающие эффективность работы оператора на физической установке, такие, как цветной графический дисплей со световым пером, матричный графопостроитель, дискретные манипуляторы и т.д.

Описанные приборы и устройства используются не только в системах управления ускорителями, но и для решения многих других задач автоматизации научного эксперимента на установках ИЯФ.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ МИНИ-ЭВМ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ - ИСТОЧНИКА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Н.Корчуганов, Н.А.Мезенцев, А.Д.Орешков, В.И.Нифонтов,
А.В.Проскурин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Проектируемая система предназначена для управления накопителем электронов - специализированным источником синхротронного излучения. Первый такой накопитель будет установлен в ИАЭ им. И.В.Курчатова. В дальнейшем предполагается выпуск нескольких аналогичных установок.

Управляющая и измерительная аппаратура реализуется в стандарте КАМАК. Разработанный набор модулей обеспечивает решение всех задач по управлению сложными физическими установками. Контроллеры в крейтах оборудованы каналом прямого доступа к памяти ЭВМ и специальным блоком оперативных команд, позволяющими осуществлять процесс управления в реальном масштабе времени. Автоматизированная система включает в себя управление и контроль магнитной системы и высокочастотной аппаратуры накопителя, элементов электронно-оптического канала, регистрацию положения электронного пучка, измерение вакуума, температуры и других технологических параметров.

В качестве основной машины в системе контроля и управления используется ЭВМ СМ-4. Для расширения функциональных возможностей системы применены мини-ЭВМ "Электроника-60", образующие узловые центры для обслуживания отдельных технологических систем комплекса. Эти ЭВМ соединены с центральной ЭВМ СМ-4 последовательным каналом связи с высокой пропускной способностью, отвечающим стандартному протоколу принятой операционной системы. Программное обеспечение системы управления использует операционную систему RSX-11M для ЭВМ СМ-4 и систему RSX-11S для мини-ЭВМ в узловых центрах.

Пульт оператора комплекса оснащается терминалами, графическими дисплеями, графопостроителями и другими системными средствами, повышающими эффективность работы экспериментатора.

СТРУКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УСКОРИТЕЛЬНО-НАКОПИТЕЛЬНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНИ-ЭВМ

Э.И.Елинер, М.М.Карлинер, А.Д.Клименко, В.И.Нифонтов, А.Д.Орешков, Г.С.Пискунов, В.С.Потеряев, А.В.Проскурин, Н.П.Уваров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Применение мини-ЭВМ и программно совместимых с ними микро-ЭВМ расширяет функциональные возможности автоматизированных систем управления физическим экспериментом. Дело не только в количественном увеличении вычислительных единиц или в расширении глубины иерархии управляющей структуры, но и в качественно новом подходе к структуре систем с точки зрения ее топологии, матобеспечения, проблемы реального времени и, соответственно, ее функциональных возможностей. Периферийные процессоры, представленные без традиционных внешних устройств, образуют узловые центры для обслуживания отдельных технологических систем ускорителя. Они соединяются с центральной ЭВМ скоростными последовательными линиями связи, отвечающими стандартному протоколу операционной системы. Периферийные процессоры освобождают центральную ЭВМ от значительной доли рутинной работы по ведению протокола нижнего уровня, преобразования форматов данных, временной синхронизации.

Управляющая и измерительная аппаратура реализована в стандарте КАМАК. Разработан широкий набор модулей для выполнения всех измерительных и управляющих функций с учетом требований по помехозащищенности и надежности, предъявляемых к устройствам такого рода. Контроллеры крейтов оснащены каналом прямого доступа к памяти и имеют встроенную программную память, которая обеспечивает им некоторую автономность и значительно уменьшает время обработки прерываний.

Узловые микро-ЭВМ типа Электроника-60 могут комплектоваться дополнительным блоком памяти 16 К, модулем абсолютного загрузчика с аппаратным регенератором динамической памяти, модулями связи, а также, когда необходимо обеспечить относительную автономность узла, накопителем на гибком диске. Программное обеспечение базируется на операционной системе RSX-11M для ЭВМ верхнего уровня /Электроника 100-25, CM-4/ и RSX-11S для ЭВМ в узловых центрах. Для связи с оператором используются традиционные алфавитно-цифровые дисплеи, а также цветные графические дисплеи, матричные графопостроители - устройства печати, устройства типа "цифровой ручки" и т.д. Приведены конкретные структуры систем управления ускорительно-накопительными комплексами ИЯФ СО АН СССР.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОТОННОМ СИНХРОТРОНЕ ИТЭФ

Н.Н.Алексеев, Б.М.Бобченко, М.А.Веселов, Л.Л.Гольдин, В.П.Заводов, Л.А.Мулюкин, К.К.Оносовский, А.С.Рябцев

Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва

На ускорителе У-10 для целей контроля и управления с 1977 г. применяется ЭВМ типа ЕС-1010.

Построены и работают: система измерения орбиты; система контроля параметров; измерители профилей пучка в ионопроводе; система измерения трассы пучка в ионопроводе; система автоматической оптимальной настройки режима инжекции и захвата.

Описаны структурные схемы систем. Обобщен опыт использования автоматизированных систем при эксплуатации ускорителя и в задачах исследования и совершенствования систем ускорителя. Сообщается об использовании интерпретационной системы в целях упрощения программирования задач контроля и управления.

ОБ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСКОРИТЕЛЕЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Г.П.Аверьянов, В.А.Володин, Л.Т.Кузин, Н.Н.Павлов, В.А.Поляков

Московский инженерно-физический институт

Рассматриваются вопросы автоматизации работ по программированию, проводимых на ЭВМ при проектировании ускорителей заряженных частиц /УЗЧ/. Эти вопросы являются основными в системе автоматизированного проектирования УЗЧ /САПР УЗЧ/. Система представляет комплекс человек-машина, включающий программно-аппаратные средства, обеспечивающие эффективное /диалоговое, в терминах УЗЧ/ общение проектировщика ускорителей с ЭВМ, оптимизирующие прохождение специального класса задач на ЭВМ, предоставляющие возможность оперативного просмотра рассматриваемых вариантов расчета в алфавитно-цифровом /АЦ/ и графическом виде, а также изготовление твердой копии окончательных вариантов в АЦ и графическом виде. Специализированный программно-аппаратный комплекс разрабатывается на базе стандартных технических и программных средств ЭВМ третьего поколения. ЭВМ ЕС-1010 /расширенный вариант/ служит интеллектуальным терминалом комплекса старших моделей

а также датчика для измерения внутриимпульсной нестабильности фазовой протяженности сгустка частиц. Дан сравнительный анализ характеристик различных типов резонаторов, используемых для измерения тока и положения пучка. Приведены результаты экспериментального исследования датчиков тока на основе тороидальных и цилиндрических резонаторов с E_{010} , E_{020} типами колебаний; датчиков положения на основе призматических и цилиндрических резонаторов.

КРИОГЕННЫЙ ИСТОЧНИК И ИОНИЗАТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПУЧКА ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ДЕЙТРОНОВ

А.А.Белушкина, А.И.Валевич, Г.И.Гай, В.П.Ершов, Л.С.Котова, Ю.К.Пилипенко, В.В.Смелянский, А.Сулик, В.В.Фимушкин, Г.П.Цвинева

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Описываются криогенный источник и ионизатор для получения поляризованного пучка дейтронов на синхрофазотроне. Источник такого типа может быть использован в качестве струйной поляризованной мишени для работы на внутреннем пучке ускорителя.

Диссоциация дейтерия в источнике ведется при низких температурах. Откачка газа при формировании атомарного пучка осуществляется с помощью крионасосов.

Для пространственного разделения атомов по состояниям сверхтонкой структуры используется сверхпроводящий шестиполосный магнит с полем 0,1 Т. Ионизация атомарного пучка производится в ионизаторе Пеннинга в магнитном поле до 7 Т. Источник работает в импульсном режиме с $\Delta t = 50 \div 100$ мс и частотой следования импульсов $5 \div 7$ с.

Испытания установки проводились по 2-3 недели без сублимации дейтерия. Для обеспечения ее работы требовалось 200 л жидкого гелия в неделю.

Приводятся предварительные результаты измерений интенсивности пучка дейтронов.

КАНАЛ ИНТЕНСИВНЫХ ВТОРИЧНЫХ ПУЧКОВ ЧАСТИЦ НИЗКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОТОННОМ СИНХРОТРОНЕ ИФВЭ

Л.М.Барков, М.С.Золотарев, В.И.Котов, П.К.Лебедев, В.С.Охапкин, Р.А.Рзаев, В.П.Сахаров, В.П.Смахтин

Институт физики высоких энергий, Серпухов

Описан канал вторичных частиц низкой энергии с импульсом от 0,4 до 3,0 ГэВ/с, работающий на протонном синхротроне ИФВЭ от внешней мишени. В канал отбираются частицы, вылетающие

под нулевым углом в телесном угле 1,7 мср и с импульсным разбросом $\Delta p/p = +1,2\%$.

Канал позволяет получать пучки вторичных частиц с интенсивностью до $3 \cdot 10^8$ в цикл при сбросе 10^{12} протонов на вольфрамовую мишень в одну ядерную длину. Полученные результаты по измерению выходов антипротонов в указанной области энергий представляют практический интерес для оптимизации параметров разрабатываемых в настоящее время протон-антипротонных накопителей.

СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ КВАНТОВЫЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ ДАТЧИК ТОКА ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

К.Ф.Герцев, М.С.Михеев

Институт физики высоких энергий, Серпухов

Для высокочувствительных измерений токов пучков заряженных частиц разработан датчик магнитоиндукционного типа на основе сверхпроводящего квантового интерференционного детектора магнитного поля. Детектор индуктивно связан с сигнальной катушкой, которая образует сверхпроводящий контур вместе с тороидальной катушкой, охватывающей пучок. Защита от магнитного поля помех производится с помощью свинцовых сверхпроводящих экранов. Экран тороидальной катушки также тороидальный, состоит из двух вкладывающихся друг в друга элементов, имеет щель для регистрации поля пучка. Датчик помещен в гелиевый криостат.

Чувствительность датчика, определяемая собственными шумами сверхпроводящего квантового интерференционного детектора, может быть доведена до единиц наноампер, однако реально она определяется степенью экранировки помех. Изготовленный прототип датчика при стендовых испытаниях имел порог чувствительности 0,1 мкА.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПЕРЕЗАРЯДКИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИОННЫХ ПУЧКОВ

А.К.Каминский, Р.А.Мещеров, М.И.Попова, В.Д.Сажин

Московский радиотехнический институт АН СССР

Рассматривается возможность использования для диагностических целей электронов и ионов, образующихся при перезарядке части пучка тяжелых ионов или отрицательных ионов водорода.