

V.381.1
V.85

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

P9-88-738

**ОДИННАДЦАТОЕ
ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ
ПО УСКОРИТЕЛЯМ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

(Дубна, 25-27 октября 1988 года)

АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ

Дубна 1988

СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ВЫВОДОМ ПУЧКОВ БЫСТРОЦИКЛИЧНОГО СИНХРОТРОНА

А.Г.Агабабян, С.Г.Ананян, В.Г.Григорян, Н.А.Запольский,
А.А.Казарян, Р.О.Манукян, А.Р.Матевосян, А.Р.Туманян,
М.Ю.Хоецян

Ереванский физический институт, Ереван

В докладе излагается структура и взаимосвязь аппаратно-программных средств системы, позволяющей решать широкий круг задач контроля, диагностики и управления выводом первичных и вторичных пучков из быстроциклического электронного синхротрона.

Распределенная организация вычислительного ресурса многопроцессорной системы и унификация аппаратно-программных средств позволили, с одной стороны, минимизировать объем и номенклатуру разрабатываемого оборудования и сроки его разработки и, с другой стороны, достичь требуемой точности и гибкости при подстройке режимов вывода частиц, их стабилизации и диагностики. Представлены также результаты опытной эксплуатации базовой конфигурации системы и обсуждены направления ее дальнейшего развития.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА В СИСТЕМАХ
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
УСКОРИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В.А.Кочегуров, П.В.Сорокин, М.Е.Штейн, М.М.Штейн
Научно исследовательский институт интроскопии
Томского политехнического института

Широкое внедрение ускорителей в промышленность обостряет необходимость создания к ним систем контроля и управления. Развитие микропроцессорной техники дает возможность совмещать многофункциональность управляющих устройств с высокой надежностью и компактностью. Различные области применения ускорительных установок требуют использования различных видов управления: стабилизации, экстремального и программного управления. В докладе рассмотрены системы поиска экстремума и его отслеживания и контроля нестабильности излучения ускорителя, применяемые для промышленных бетатронов. Описан их состав, алгоритмы функционирования, результаты эксплуатации.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРЦИАЛЬНЫХ
ДАВЛЕНИЙ

Б.А.Гудков, Б.Ф.Шамахов, В.И.Кужлин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описана система измерения парциальных давлений в области высокого и сверхвысокого вакуума в диапазоне 2-40 а.е.м. Разработан малогабаритный монополюсный фильтр масс. Разработан набор функциональных модулей, позволяющий организовать многоканальные измерения. Измерительная аппаратура выполнена в стандарте КАМАК. Система контролируется и управляется ЭВМ. Описано программное обеспечение. Приводятся технические характеристики.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ВЭПП-3

Алешаев А.Н., Белов С.Д., Дубровин А.Н., Карнаев С.Е.,
Купер Э.А., Мишнев С.И., Ощепков Ю.И., Пискунов Г.С.,
Симонов Е.А., Тарарышкин С.В., Темных А.Б.,
Филипченко А.В., Эйдельман Ю.И.

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

ВЭПП-3 является инжектором электрон-позитронного накопителя ВЭПП-4. После остановки комплекса ВЭПП-4 на реконструкцию в 1985 году была произведена модернизация накопителя ВЭПП-3. В настоящее время на нем ведутся физические эксперименты.

Система управления накопителем ВЭПП-3 включает микро-ЭВМ "ОДРЕНОК" и широкий спектр управляющей и контрольной аппаратуры, выполненной в стандарте "САМАС".

В докладе представлена схема системы управления и приведено описание программного обеспечения.

✓
СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ БОЛЬШИХ ЛИТЯВЫХ ЛИНЗ
ТОКОМ БОЛЕЕ 1 МА

Б.Ф.Баянов, Г.И.Сильвестров, Т.В.Соколова, А.Д.Чернякин

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описывается стенд, на котором проводились исследования созданной в ИЯФ линзы с жидким литием диаметром 4 см и ресурсные испытания изготовленной в ЦЕРН линзы с твердым литием того же размера. Основными элементами стенда является тороидальный радиационно-стойкий согласующий трансформатор кабельного типа с уравновешенной первичной обмоткой, обеспечивающий запитку линз импульсами тока длительностью 3 мсек и амплитудой до 1 МА, и импульсный генератор с энергоемкостью конденсаторной батареи 100 кДж и системой формирования специальной формы импульса с укороченным задним фронтом. Описывается конструкция рабочего варианта тороидального трансформатора с током до 1.5 МА, изготавливаемого в ИЯФ для питания литявых линз антипротонной мишенной станции ЦЕРН.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ПРОФИЛОМЕТР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОТОННОГО ПУЧКА СИНХРОЦИКЛОТРОНА ЛИЯФ АН СССР С ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ

Н.К.Абросимов, А.М.Васильев, А.М.Герасимов, Г.Ф.Михеев,
А.С.Покровский, Г.А.Рябов

Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова
АН СССР

Проводится описание профилометра с двумя ортогонально перемещающимися узкими измерителями интенсивности - зондами, сканирующими диагностируемый пучок. В качестве зондов использованы тонкие пластинки с нанесенными на них полупроводниковым слоем, работающие по принципу твердотельных ионизационных камер с очень малым промежутком между электродами, ориентированными параллельно оси распространения пучка. Размер сканируемой области $25 \times 25 \text{ см}^2$, скорость сканирования 1 мм/с, линейное разрешение $\sim 0,1 \text{ мм}$, диапазон интенсивностей сканируемого пучка $10^8 - 10^{11}$ протон/импульс.

Основное преимущество профилометра по сравнению, например, с проволочными пропкамерами с газовым наполнением: это высокий уровень сигнала с зондов ($\sim 10^{-3}$ А/импульс), что позволило удалить предусилительную аппаратуру на расстояние 100 м из зоны сильных радиационных полей ($\sim 100-1000 \text{ мкР/с}$) и в.ч. наводок, существующих в основном зале ускорителя; это возможность сканирования пучков с высокой интенсивностью ($> 10^{12}$ I/c); это способность профилометра работать как при вакууме, так и атмосферном давлении; в случае монтажа профилометра в вакуумном тракте проводки пучков - не нарушается прозрачность тракта; это надежность работы и простота обслуживания.

Комплекс аппаратуры из 8 профилометров, которыми оборудован выводной тракт пучка ускорителя, полностью автоматизирован и входит в АСУ синхротрона. Радиоаппаратура выполнена в стандарте КАМАК.

ОПТИЧЕСКИЕ, ИОНИЗАЦИОННЫЕ И ЭМИССИОННЫЕ МЕТОДЫ
ДИАГНОСТИКИ ПУЧКОВ ИОНОВ НИЗКИХ И СРЕДНИХ ЭНЕРГИЙ

А.А.Арзуманов, А.М.Воронин

Институт ядерной физики АН КазССР

В работе рассмотрены бесконтактные системы диагностики, позволяющие наблюдать временную структуру и получать пространственные характеристики пучков ускоренных ионов низких и средних энергий на изохронном циклотроне У-150. В качестве первичных преобразователей используются оптические, ионизационные и эмиссионные датчики. В первом случае контроль осуществляется по излучению атомов ионизированного остаточного газа, возбуждаемых ускоренным пучком. Регистрирующим элементом является ФЭУ со светопроводом. Интенсивность светового потока в зависимости от энергии меняется на два порядка при одном и том же токе пучка ускоренных протонов, равном 1 мкА. При использовании временного ФЭУ разрешающая способность достигает 10^{-10} с.

Во втором случае электроны, возникающие при взаимодействии ускоренных ионов с остаточным газом, отсасываются электрическим полем с использованием миллиметрового целевого коллиматора с последующим усилением сигнала шевроном микро-

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКА ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ С
ПОМОЩЬЮ ВОЗБУЖДАЕМОГО ИМ В ПАССИВНЫХ РЕЗОНАТОРАХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

В.А.Вишняков, В.В.Закутин, В.А.Кушнир, В.П.Ромасько,
Г.Л.Фурсов, А.М.Шендерович

Харьковский физико-технический институт АН УССР

Описан и экспериментально исследован метод стабилизации параметров пучка линейного резонансного ускорителя электронов (ЛУЭ), основанный на увеличении (уменьшении) потерь энергии частиц в установленных на выходе ЛУЭ пассивных резонаторах при увеличении (уменьшении) тока пучка. На основе этого метода с помощью цепочки из 9 резонаторов, настроенных на 2-ю гармонику частоты ускорителя, осуществлена стабилизация мощности, плотности тока и плотности мощности выведенного из ЛУЭ пучка с импульсным током 100-400 мА и энергией частиц 10-12 МэВ. Данная система стабилизации является эффективной. Так, при точном резонансе, при изменении тока пучка от 100 до 300 мА, т.е. в 3 раза, плотность тока выведенного пучка изменяется на $\pm 9\%$, а при изменении тока пучка от 150 до 250 мА, т.е. в 1,7 раза, она изменяется лишь на $\pm 3\%$.

Показано, что диапазон токов, при которых имеет место стабилизация может смещаться путем расстройки резонаторов.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КИЛЬВАТЕРНЫХ ПОЛЕЙ УСКОРЯЕМЫХ СГУСТКОВ
В ЛИНЕЙНОМ УСКОРИТЕЛЕ - ИНЖЕКТОРЕ ЕРФИ

В.М.Цаканов

Ереванский физический институт, г.Ереван

В работе приводятся результаты расчетов кильватерных полей, возбуждаемых ускоряемыми сгустками в линейном ускорителе-инжекторе ЕрФИ при взаимодействии их с ускоряющей структурой. Расчеты проведены в предположении малой связи между соседними ячейками ускоряющей структуры, позволяющей применить аналитические методы при расчете кильватерных полей. Получены распределения продольных электрических полей внутри и за гауссовским ускоряемым сгустком. Расчеты показали возможность самоускорения заднего хвоста сгустка при определенном продольном размере сгустка.

Такой приближенный метод расчета может быть применен для анализа взаимодействия интенсивных сгустков с ускоряющей структурой линейных ускорителей.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ФЕРРИТОВ В УСКОРЯЮЩИХ
РЕЗОНАТОРАХ ЭЛЕКТРОННОГО СИНХРОТРОНА

И.И.Авербух, М.М.Карлинер

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

В ускоряющих резонаторах электронных синхротронов, ферриты могут быть применены для уменьшения габаритов при переходе к низким гармоникам частоты обращения.

В этом случае исходная настройка резонатора осуществляется постоянным подмагничивающим полем, уменьшающим магнитную проницаемость феррита.

Действие магнитного поля синхротрона компенсируется автоподстройкой частоты. Трудности возникают в этом случае вследствие того, что изменение магнитной проницаемости феррита зависит от скорости изменения подмагничивающего поля. При большой скорости нарастания, например, магнитная проницаемость может возрастать вместо убывания. Нормальная работа системы автоподстройки при этом нарушается.

В настоящей работе исследованы особенности изменения магнитной проницаемости ферритов в условиях одновременного подмагничивания постоянным и импульсным полем.

Определен уровень постоянного подмагничивания ферритов, при котором модуляционные характеристики резонатора имеют однозначный характер.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА НАКОПИТЕЛЯ ВЭПШ-4М

П.Ю.Абрамский, В.С.Арбузов, А.Н.Белов, С.А.Беломестных, А.А.Бушуев, В.Г.Вещеревич, Э.И.Горنيкер, С.А.Крутихин, И.В.Кушцов, Г.Я.Куркин, С.А.Лабунский, Н.Н.Лебедев, В.М.Меджидзаде, П.Д.Нейгель, В.М.Петров, А.М.Пилан, И.К.Седляров, М.Ю.Фомин, С.В.Якубов

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Для модернизированного накопителя ВЭПШ-4М спроектирована новая ВЧ-система, работающая на двух частотах: 181 МГц ($q = 222$) и 546 МГц ($q = 667$). Система обеспечивает работу накопителя с четырьмя ступками заряженных частиц (два ступка электронов и два ступка позитронов). В состав системы входят 6 резонаторов на частоту 181 МГц и 2 резонатора на частоту 546 МГц. Генератор мощности для питания резонаторов 222 гармоники вводится в два этапа. На первом этапе генератор даст 300 кВт ВЧ-мощности, что обеспечит работу накопителя на энергии 5 ГэВ при токе 4×30 мА. В дальнейшем мощность генератора будет доведена до 1 МВт, что позволит работать на энергии 6 ГэВ при токе 4×50 мА. Устойчивость фазового движения четырех ступков обеспечивается разведением

их частот синхротронных колебаний с помощью ВЧ напряжения 667 гармоники. Два генератора мощностью по 5 кВт каждый дают возможность получить напряжение до 250 кВ на каждом из резонаторов 667 гармоники. Для регулирования ускоряющих напряжений и синхронизации их между собой и для синхронизации инжекции из накопителя ВЭПШ-3 создана аппаратура управления. Первая часть проекта ВЧ системы будет реализована в 1989 году.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА НАКОПИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА "СИБИРЬ-2"

П.Ю.Абрамский, В.С.Арбузов, А.Н.Белов, С.А.Беломестных, А.А.Бушуев, В.Г.Вещеревич, Э.И.Горникер, С.А.Крутихин, И.В.Кушцов, Г.Я.Куркин, Н.Н.Лебедев, В.М.Меджидзаде, П.Д.Нейгель, В.М.Петров, А.М.Пилан, И.К.Седляров, М.Ю.Фомин, С.В.Якубов

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Накопительный комплекс "Сибирь-2", проектируемый для ИАЭ им.Курчатова, содержит две ВЧ-системы: на частоту 181 МГц ($q = 75$) и на частоту 546 МГц ($q = 224-226$). Ускорение производится на частоте 181 МГц. Генератор мощности рассчитан на получение пучка с током 0,3 А и энергией 2,5 ГэВ. Генератор мощности двухканальный, из модулей по 300 кВт. Через волноводы они подключены к своим ускоряющим резонаторам. Выходной каскад модуля собран на двух лампах ГУ-101А. Каналы могут работать независимо и совместно.

Для подавления многоступковой неустойчивости используется двухканальная ВЧ-система на 546 МГц, мощностью по 5 кВт, напряжение на резонаторах до 250 кВ.

Система автоподстройки управляет частотой резонаторов путем деформации их стенок. Для отстройки от высших мод имеются элементы перестройки.

Предусмотрены датчики для контроля тепловых и электрических режимов ответственных узлов. При аварийных ситуациях срабатывает быстродействующая защита. Большое число

датчиков, подключенных к ЭМ, позволит прогнозировать неполадки в мощных каскадах.

Инжектором для "Сибири-2" служит существующий накопитель "Сибирь-1". Система синхронизации обеспечивает фазировку их частот обращения для организации перепуска.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА НАКОПИТЕЛЯ БЭП

С.А.Беломестных, В.Г.Вещеревич, Э.И.Горнякер,
С.А.Крутихин, И.В.Купцов, Г.Я.Куркин, Н.Н.Лебедев,
В.М.Меджидзаде, В.М.Петров, А.М.Пилан, И.К.Седляров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

В работе описана высокочастотная система электрон-позитронного накопителя БЭП. Система работает на частоте 26,8 МГц (вторая гармоника частоты обращения). Выбор такой низкой гармоники определяется длиной инжектируемого из синхротрона Б-3М сгустка (около 1,5 метров). ВЧ система обеспечивает работу накопителя на энергии до 700 МэВ при токе пучка до 2 А. Резонатор на частоте 26,8 МГц питается от генератора мощностью 50 кВт, что позволяет получить ускоряющее напряжение до 70 кВ. Система управления обеспечивает регулирование мощности генератора, автоподстройку частоты резонатора, защиту и блокировку от аварийных режимов, а также синхронизацию ускоряющего напряжения с другими системами ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-2М. Для подавления когерентных фазовых колебаний предусмотрены обратная связь по току пучка и специальные механизмы для перестройки высших мод резонатора.

ВЧ СИСТЕМА РАЗРЕЗНОГО МИКРОТРОНА

В.Е.Акимов, П.Д.Воблий, М.М.Карлинер, Е.В.Козырев,
И.Г.Макаров, О.А.Нежевенко, А.А.Никифоров, Г.Н.Острейко,
Б.З.Персов, С.И.Рувинский, Г.В.Сердобинцев,
С.В.Тарарышкин, В.П.Яковлев

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описана ВЧ система разрезного десятиоборотного микротрона на энергию 30 МэВ с током 50 мА в импульсе.

ВЧ система состоит из следующих элементов: магнитокона - ВЧ генератора мощностью 2,5 МВт и КПД 73% на частоте 915 МГц; ускоряющей структуры, представляющей собой цепочку резонаторов, связанных общим коаксиальным резонатором ("Корнельская" структура); фидерного тракта для передачи ВЧ мощности от магнитокона в ускоряющую структуру и инжектора сгруппированных в короткие сгустки электронов с энергией 40 кэВ.

ВЧ система настроена и испытана в режиме однократного ускорения. На выходе структуры получен ускоренный до 6 МэВ пучок с током 50 мА в импульсе ~ 30 мкс при частоте повторения 2 Гц.

УСКОРЯЮЩАЯ СИСТЕМА СИНХРОТРОНА Б-4

И.И.Авербух, М.М.Карлинер, В.В.Петров, А.В.Филипченко, В.Г.Ческидов

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описана новая ускоряющая система синхротрона Б-4 с использованием ферритов, работающая на основной частоте обращения частиц 37,4 МГц. Рассмотрены конструктивные схемы резонаторов, система подмагничивания ферритов, устройства высокочастотного питания. В настоящее время система обеспечивает ускорение электронов в синхротроне Б-4 и инжекцию их в накопитель ВЭПП-3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛНОМАСШТАБНОГО МАКЕТА
ПОЛУПЕРИОДА РЕГУЛЯРНОЙ ЧАСТИ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ
I СТУПЕНИ УНК

А.М.Киввер, К.Г.Мирзоев, С.Е.Порошков, В.Г.Рогозинский

Институт физики высоких энергий, г.Серпухов

Исследованы вакуумные параметры полномасштабного макета полупериода вакуумной системы длиной 45,5 м. Камера макета изготовлена из эллипсных труб двух типоразмеров - 60X70 и 43X91 мм². Откачка макета осуществляется одним постом предварительной откачки и семью сверхвысоковакуумными постами, в состав которых входят магниторазрядные насосы НМД-0,16 и сублимационные титановые насосы. Сборка, наладка и ликвидация течей на макете заняли, в общей сложности, около 1300 часов. В этот период камера макета 5 раз обрабатывалась тлеющим разрядом в аргоне. В дальнейшем после 1500 часов откачки были достигнуты следующие вакуумные параметры: наилучший вакуум, измеренный по вакуумметру, равен $8 \cdot 10^{-8}$ Па, удельный поток газовыделения с поверхности камеры - $6,6 \cdot 10^{-13}$ Вт/см², среднее давление в камере макета составляло $2,3 \cdot 10^{-7}$ Па. С учетом парциального состава остаточного газа среднее давление в азотном эквиваленте по кулоновскому рассеянию составляет $8,8 \cdot 10^{-8}$ Па. Исследовано распределение ионного тока в камере макета при разных режимах обработки разрядом и различных положениях электрода для поджигания разряда.

ОПЕРАТИВНАЯ РАЗВОДКА ПУЧКОВ НА УСКОРИТЕЛЕ "ФАКЕЛ"
ИАЭ ИМ.КУРЧАТОВА

В.В.Калашников, А.А.Никитушкин, В.В.Петренко,
Г.И.Сильвестров, Т.В.Соколова, А.Д.Чернякин

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описывается система разводки пучков на линейном ускорителе "Факел", работающем на частоте циклов 1 кГц, обеспечивающая одновременную независимую работу на пять каналов с произвольным распределением числа циклов на каждого потребителя. Система состоит из 4-х импульсных магнитов, каждый из которых отклоняет пучок на 50 мрад и направляет в 90°-ный поворотный магнит соответствующего канала, смещая его с траектории, заэкранированной магнитным экраном. Магниты запитываются импульсами тока длительностью 200 мксек от одного импульсного генератора, работающего на частоте 1 кГц, через пять тиристорных вентилях, коммутирующих ток попеременно на любой из магнитов в произвольной комбинации циклов. Описывается схема импульсного генератора, конструкция магнитов и результаты стендовых испытаний генератора и первого экземпляра магнита.

"ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ - НАКОПИТЕЛЯ "СИБИРЬ-П"

В.В.Анашин, Н.Г.Гаврилов, М.С.Гильденгорн,
Э.П.Коллеров, В.Н.Корчуганов, А.И.Никитин,
В.Н.Осипов, В.А.Роенко, Э.М.Трахтенберг, Н.В.Фотин

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Накопитель электронов "Сибирь-П" является специализированным источником синхротронного излучения в диапазоне длин волн 0,1 + 2000 А. Вакуум в накопителе должен обеспечить время жизни пучка не менее 10 часов при работе в многосгустковом режиме с током до 0,5 А на энергии 2,5 ГэВ. В докладе описана вакуумная система накопителя и каналов вывода синхротронного излучения, обеспечивающая заданные требования.

Приведены результаты экспериментов по изучению стимулированной десорбции. Обсуждается возможность применения алюминиевых сплавов, как основных конструктивных материалов высоковакуумных систем.

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДАМИ СИСТЕМ ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ УСКОРИТЕЛЕЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

В.П. Герасимов, В.И. Гордин, С.С. Репин

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

При создании систем импульсного питания (СИП) ускорителей заряженных частиц необходима их экспериментальная отработка на соответствующих стендах, при этом возникают проблемы в оснащении стендов аппаратурой управления и контроля, которая, как правило, разрабатывается применительно к конкретной схеме системы импульсного питания.

В докладе формулируется предложение по составу и техническим характеристикам универсальной автономной аппаратуры, являющейся необходимой и достаточной для формирования и передачи команд с пульта оператора к исполнительным компонентам СИП (включая формирование циклограмм таймирования), а также передачи и представления статусной и измерительной информации от компонентов СИП на пульт оператора. Кроме того, аппаратура должна выполнять функции устройств допускового контроля и логической обработки его результатов с целью предотвращения аварийных режимов СИП.

При этом обеспечивается возможность управления и контроля компонентов СИП, находящихся под высоким потенциалом.

Предполагается, что такая аппаратура будет пригодна для управления СИП независимо от их схемотехнических решений при минимальной избыточности.

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ УСКОРИТЕЛЕЙ С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В.Н. Дорошенко, А.А. Тункин

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

Повышение точности регулирования параметров постоянного тока в системах питания электромагнитов ускорителей улучшает качественные показатели действующих и проектируемых установок. Для получения высокой стабильности постоянного тока в контуре обратной связи используются устройства криогенной электроники. В качестве датчика отклонения используется измеритель нестабильности постоянного тока (I), чувствительным элементом в котором является оксид, а опорным - трансформатор потока. Использование этих устройств снижает относительную нестабильность тока до 10^{-7} и ниже. Разработаны структурные варианты построения систем регулирования с использованием криоэлектронных устройств. Рассмотрены существующие устройства измерения и перспективы их совершенствования с использованием высокотемпературной сверхпроводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошенко В.Н., Синенко В.Г., Тункин А.А. и др. Измеритель нестабильности постоянного тока для прецизионных систем питания. М., Препринт НИИЭФА, 1986

СОГЛАСОВАННЫЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ ПРОМЕЖУТКИ ДЛЯ ВСТРЕЧНЫХ
ПУЧКОВ УНК

В.И.Балбеков, Ю.М.Носочков

Институт физики высоких энергий, г.Серпухов

Представлены оптические схемы промежутков для встречных протон-протонных пучков УНК с энергией 3×3 ТэВ и обводных каналов первой ступени. Для обеспечения минимальных размеров встречных пучков при инжекции и ускорении оптика промежутка с малой β -функцией перестраивается в магнитном цикле путём изменения градиентов линз. В режиме встреч в промежутке с малой β -функцией в точке пересечения $\beta = 1$ м, что обеспечивает светимость до $4 \cdot 10^{32} \text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$. В промежутках со средней β -функцией в месте встреч $\beta = 80$ м, и возможен режим плавного изменения размеров пучков в точке пересечения путём изменения градиентов линз. На всех этапах обеспечиваются набег фаз бетатронных колебаний, кратные 2π , и подавление дисперсионной функции в месте встреч.

ЛИНЕЙНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ СО ВСТРЕЧНЫМИ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫМИ
ПУЧКАМИ ВЛЭШ - СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.Е.Балакин

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Рассматривается состояние работ по созданию ускорителя со встречными электрон-позитронными пучками на энергию 2×1000 ГэВ.

В - МЕЗОННЫЕ ФАБРИКИ

Г.М.Тумайкин

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

В докладе приводится обзор проектов В-мезонных фабрик на основе встречных электрон-позитронных пучков. Сравниваются линейные и циклические коллайдеры.

ЭФФЕКТЫ ВСТРЕЧИ В КОМПЕНСИРОВАННЫХ СГУСТКАХ
ЛИНЕЙНЫХ КОЛЛАЙДЕРОВ

Н.А.Соляк

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Эффекты встречи в линейных электрон-позитронных коллайдерах являются определяющими при выборе параметров ускорителя и сгустков в месте встречи [1,2]. Поперечная неустойчивость, возникающая при столкновении электрон-позитронных сгустков ограничивает достижимую светимость коллайдера. Для уменьшения эффектов встречи было предложено сталкивать нейтральные (компенсированные) сгустки, состоящие из равного количества предварительно ускоренных электронов и позитронов [3].

Рассматриваются основные эффекты, возникающие при однократном пролете плоских компенсированных сгустков друг сквозь друга в месте встречи. Показано, что движение частиц в сгустках при определенных условиях становится неустойчивым, это приводит к пространственному разделению положительного и отрицательного зарядов внутри сгустков и, в конечном итоге, к их разрушению. В качестве начального возмущения рассматривались либо неполная зарядовая компенсация одного из сгустков, либо локальное нарушение нейтральности в нем. Проведено сравнение светимостей, которые могут быть получены для заряженных и компенсированных сгустков, имеющих одинаковые вертикальные размеры и фиксированную монохроматичность. Показано, что значительный выигрыш в светимости для компенсированных сгустков может быть достигнут лишь при малых значениях параметра разрушения \mathcal{D} , когда сама светимость невысокая. Предельная светимость линейных коллайдеров использующих компенсированные сгустки не выше светимости электрон-позитронного коллайдера.

1. Балакин В.Е., Будкер Г.И., Скринский А.Н., Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1978, Дубна, 1979, с.27.
2. Балакин В.Е., Соляк Н.А., Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1982, -Дубна, 1983, т.2, с.263.
3. Skrinisky A.N. Linear colliders, Proc. of XI Intern. Conf. on High Energy Accel., Fermilab, Batavia, 1983.

ПОЛУЧЕНИЕ ВСТРЕЧНЫХ $\gamma\gamma$ -ПУЧКОВ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ
СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ СТАЛКИВАЮЩИХСЯ e^+e^- - ПУЧКОВ
В ЛИНЕЙНОМ КОЛЛАЙДЕРЕ

В.Е.Балакин, Н.А.Соляк

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Линейные электрон-позитронные коллайдеры, типа ВЛЭП [1] могут быть использованы для получения встречных гамма-гамма пучков [2].

Предлагается использовать для этого естественный процесс

синхротронного излучения электрон-позитронных сгустков при их столкновении. Параметры пучков в месте встречи выбираются таким образом, чтобы режим излучения был квантовый, а радиационная длина меньше длины сгустка. Спектр излучения в квантовом режиме имеет пик при энергии фотонов вблизи максимальной и равной энергии сталкивающихся заряженных частиц. Коэффициент конверсии электронов в высокоэнергетичные фотоны составляет $K_c \approx 0,2$, а получающаяся светимость может быть не ниже светимости электрон-позитронных столкновений.

1. Балакин В.Е., Будкер Г.И., Скринский А.Н. О возможности создания установки со встречными электрон-позитронными пучками на сверхвысокие энергии: -В кн.: Проблемы физики высоких энергий и управляемого термоядерного синтеза. - г.Новосибирск, 1978, М.: Наука, 1981, с.11.
2. Гинзбург И.Р. и др. Встречные γe и $\gamma\gamma$ -пучки на основе однопролетных e^+e^- ускорителей ЯФ, т.38, в.2(8), 1983, с.372.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВКИ ВЭПП-3

С.А.Беломестных, М.М.Бровин, Н.А.Винокуров, П.Д.Воблый, А.С.Калинин, С.Е.Крнаев, Г.Я.Кезерашвили, В.А.Киселев, Э.А.Купер, А.С.Медведко, Н.А.Мезенцев, Л.А.Мироненко, С.И.Мишнев, С.Ф.Михайлов, В.В.Муратов, Д.М.Николенко, В.В.Петров, В.М.Петров, И.Я.Протопопов, Н.А.Симонов, А.Б.Темных, Г.М.Тумайкин, А.В.Филипченко, Б.А.Шварц, Ю.И.Эйдельман

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Накопитель ВЭПП-3 является инжектором для установки со встречными e^+e^- пучками ВЭПП-4. После останова ВЭПП-4 в 1985 г. для модернизации, накопительное кольцо ВЭПП-3 было реконструировано для проведения экспериментов по следующим программам:

1. изучение рассеяния ускоренных электронов на поляризованных ядрах дейтерия с использованием внутренней мишени;
2. исследование взаимодействия обратных комптоновских γ -квантов с ядрами тяжелых элементов;

3. использование синхротронного излучения;
4. создание лазера на свободных электронах;
5. отработка аппаратуры будущих детекторов с использованием пучков вторичных частиц.

В настоящее время на установке ВЭПП-3 проводятся эксперименты по всем перечисленным программам и осуществляются работы с целью улучшения инжекции пучков в накопитель ВЭПП-4.

В докладе будет приведено краткое описание установки ВЭПП-3 и будут представлены результаты некоторых экспериментов.

НЕАДИАБАТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ МАССЫ В СИНХРОТРОНЕ БЗ-М

М.М.Карлинер, М.С.Пеккер, В.Ф.Туркин, Б.М.Фомель,
В.П.Яковлев

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

В работе рассматриваются причины ограничения тока в синхротроне БЗМ, входящим в ускорительный комплекс ВЭПП-2М. Основные потери частиц в БЗМ происходят в течение первой микросекунды после инжекции в несгруппированном еще пучке. Ток падает с 10 до 1-3 А. В работе показано, что возможной причиной этих потерь является неадиабатический эффект отрицательной массы. Этот эффект приводит к увеличению поперечного размера пучка как за счет увеличения его энергетического разброса, так и за счет роста амплитуды бетатронных колебаний. Неадиабатичность проявляется, когда инкремент неустойчивости отрицательной массы сравним с частотой бетатронных колебаний. Неустойчивость отрицательной массы рассматривалась численно на основе метода макрочастиц. Результаты численных расчетов находятся в хорошем согласии с измерениями, проведенными на синхротроне БЗМ.

ФАЗОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВСТРЕЧНЫХ ПУЧКОВ В ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОМ НАКОПИТЕЛЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СТРУКТУРОЙ

М.М.Карлинер, Н.В.Митянина, В.П.Яковлев

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

В зависимости от расположения резонаторов фазовые колебания встречных слустков частиц в накопителе могут оказаться связанными. В работе исследованы условия устойчивости связанных фазовых колебаний. Получены аналитические выражения для инкрементов и когерентных сдвигов частоты собственных мод колебаний. Показано, что для двух встречных электронного и позитронного слустков инкременты могут определяться не только разностями действительных частей импедансов, но также и самими импедансами. В результате неустойчивость не всегда может быть подавлена с помощью настройки резонатора относительно гармоника частоты обращения.

ПРЯМОЛИНЕЙНАЯ ОХЛАЖДАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЛУСТКОВ ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫХ $e^+ e^-$ С ПРЕДЕЛЬНО МАЛЫМ ФАЗОВЫМ ОБЪЕМОМ

Н.С.Диканский, А.А.Михайличенко

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Предложен способ получения пучков $e^+ e^-$ с минимальным фазовым объемом 10^{-12} см рад при энергии порядка 30 ГэВ с использованием прямолинейно расположенных и чередующихся магнитных змеек и ускоряющих структур.

Способ может использоваться при разработке систем со встречными линейными пучками на высокую энергию.

ГЕНЕРАЦИЯ ВИДИМОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В ОПТИЧЕСКОМ КЛИСТРОНЕ НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭП-3

И.Б.Дробязко, Н.А.Винокуров, Г.Н.Кулипанов, В.Н.Литвиненко,
И.В.Пинаев, В.М.Попик, А.Н.Скринский, А.С.Соколов

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Приводятся результаты модернизации накопителя ВЭП-3 и создания специализированного прямолинейного промежутка для работ с оптическим клистроном - байпаса. Анализируются полученные результаты.

Приведены результаты работы оптического клистрона в режиме генерации в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Обсуждаются дальнейшие планы работ по продвижению в коротковолновую область спектра.

Сессия 7. ДИНАМИКА ПУЧКОВ В УСКОРИТЕЛЯХ

Председатель А.Н.Лебедев

ПОВЫШЕНИЕ ПОРОГОВ ПРОДОЛЬНЫХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ В УСКОРИТЕЛЕ
ИФВЭ С ПОМОЩЬЮ РЕЗОНАТОРА ЛАНДАУ

П.Т.Пашков, А.В.Смирнов

Институт физики высоких энергий, г.Серпухов

Согласно требованиям, предъявляемым протон-протонной программой УНК к продольному фазовому объему ускоренных сгустков протонов в ускорителе ИФВЭ - будущем инжекторе УНК, его величина не должна превышать 60π МэВ·м/с. При этом, из-за малой величины разброса синхротронных частот в сгустках, в протонном синхротроне ИФВЭ могут возникнуть серьезные затруднения в связи с подавлением продольных неустойчивостей сгруппированного пучка. Можно существенно повысить пороги неустойчивостей, если ввести искусственную нелинейность в фазовое движение частиц за счет использования специального резонатора, собственная частота которого кратна частоте основного ускоряющего поля. В работе обосновывается выбор основных параметров такого резонатора для обеспечения приведенной выше величины продольного фазового объема.

ПРОДОЛЬНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ АЗИМУТАЛЬНО-НЕСИММЕТРИЧНОГО
ПУЧКА В СИНХРОТРОНЕ

В.И.Балбеков, С.В.Иванов

Институт физики высоких энергий, Серпухов

При исследовании продольной неустойчивости обычно используется модель пучка, состоящего из одинаковых эквидистантных сгустков. В УНК это условие резко нарушено, особенно при инжекции пучка в первую ступень. В докладе излагается методика расчета характеристик продольной неустойчивости для этого случая. Обсуждаются общие свойства возникающих собственных мод колебаний. Приведены результаты расчетов для УНК.

Показано, что при определенном выборе радиальных размеров мишеней можно существенно уменьшить взаимное влияние мишеней друг на друга (независимый вывод), т.е. создать такую систему вывода, при котором на каждую из мишеней всегда будут падать частицы из разных участков фазового объема ускоренного пучка.

МНОГООБОРОТНАЯ ИНЖЕКЦИЯ И БЫСТРЫЙ МНОГООБОРОТНЫЙ ВЫПУСК ЧАСТИЦ ИЗ СИНХРОТРОНА

Т.А.Всеволожская, В.Н.Карасик, В.Н.Марусов,
Г.И.Сильвестров

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Описывается система многооборотного впуска и выпуска частиц протонного синхротрона на энергию 200 МэВ, основанная на быстром смещении равновесной траектории частиц в вертикальном направлении сдвиговым магнитом с линейно меняющимся магнитным полем и использованием септум-магнитов с тонким ~ 0.3 мм ножом, расположенных друг над другом в одном линейном промежутке длиной 25 см. Для впуска и выпуска применяется один и тот же сдвиговый магнит длиной 6 см, расположенный в противоположном промежутке. Инжекция частиц с энергией 1 МэВ осуществляется за 30 оборотов с эффективностью захвата 0.65. Выпуск пучка с его предварительным смещением к выпускному магниту также осуществляется за 30 оборотов, причем вывод частиц имеет место на последних 5-7 оборотах с эффективностью 0.75.

Приводятся результаты аналитического рассмотрения динамики впуска-выпуска и численного моделирования этих процессов, а также описание конструкций и технических параметров магнитных элементов системы.

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КОГЕРЕНТНЫХ СИНХРОТРОННЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПУЧКА В ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОМ НАКОПИТЕЛЕ

А.П.Лысенко, А.А.Полунин

Институт ядерной физики, Новосибирск-90,

Большое количество гармоник наведенного тока и высокие значения эквивалентных комплексных сопротивлений элементов вакуумной камеры и ускоряющей высокочастотной системы создают трудности с подавлением когерентной неустойчивости синхротронного движения пучка в электрон-позитронных накопителях. В рамках простой модели макрочастиц рассмотрены условия, приводящие к параметрической раскачке синхротронных автоколебаний пучка. Сравниваются зависимости вносимых инкрементов от амплитуды колебаний при возбуждении через модуляцию значения ускоряющего напряжения в равновесной фазе на первой гармонике синхротронной частоты и при параметрическом возбуждении на второй гармонике синхротронной частоты. Приведенные соотношения согласуются с результатами экспериментального изучения когерентной неустойчивости синхротронного движения на накопителе ВЭП-2М.

МЕТОД И ПРОГРАММА РАСЧЕТА СПИНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЧКА ПО ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Заика Н.И., Магаль М.И.

Институт ядерных исследований АН УССР, Москва

На основе матрицы вращения развит общий подход для описания компонент ядерной поляризации пучка ионов по пути их движения через различные электромагнитные устройства: дипольные магниты, квадрупольные линзы, электростатические зеркала, соленоиды, фильтры Вина. Рассмотрение проведено в системе координат с осью z , совпадающей с центральной траекторией пучка, y - вертикальна для горизонтальной плоскости, x - образует с y и z правую систему координат. Получены явные выражения для элементов матриц преобразования с учетом основного и краевых полей устройств. Основные поля определяют компоненты поляризации в конечной

САМОСОГЛАСОВАННАЯ СИЛЬНОНЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРЕНИЯ ИОНОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ПОТОКОМ С ВИРТУАЛЬНЫМ КАТОДОМ

В.В.Долгополов, Ю.В.Кириченко, А.В.Пашенко, С.С.Романов,
Ю.В.Ткач

Харьковский физико-технический институт, АН УССР, г.Харьков

В настоящем сообщении излагается сильнонелинейная теория коллективного ускорения ионов в самосогласованных квазистатических электрических полях. Разработана схема, позволяющая делать численно аналитический расчет ускорения, коллективного как по электронам, так и по ионам.

Рассмотрен одномерный электронный поток, образующий в вакуумном пространстве дрейфа виртуальный катод. С некоторого момента времени в дрейфовое пространство инжектируются ионы столь большой плотности, что своим наличием они укручивают переднюю часть потенциальной ямы и вызывают движение виртуального катода с характерной ионной скоростью. Плотность и скорость пучков на входе в пространство доэфила считаются зависящими от времени. Надлежащий выбор этих временных зависимостей позволяет осуществить синхронизм движения фронта ионного потока и передней части потенциальной ямы и тем самым осуществить коллективное ускорение ионов. В работе сформулированы требования, которым должны удовлетворять параметры пучков на входе для осуществления управляемого ускорения ионов. Развитая теория позволяет объяснить результаты экспериментов по ускорению ионов в диодах с анодной плазмой.

ИНЖЕКТОР ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА СИБИРЬ-2

В.Г.Вещеревич, М.М.Карлинер, Г.И.Кузнецов, В.А.Лукьянов,
О.А.Нежевенко, Г.Н.Острейко, Б.З.Персов, С.И.Рувинский,
Ю.И.Семенов, Г.В.Сердобинцев, М.А.Тиунов, Е.Н.Шайнерденов,
В.П.Яковлев

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описан линейный ускоритель на энергию 80-100 МэВ, предназначенный для работы на накопленной энергии. Он должен обеспечивать однооборотную инжекцию в промежуточный накопитель Сибирь-1

электронного пучка длительностью 15 нс и током 400 мА в энергетическом интервале 1%. Чтобы получить необходимый ток и энергию электронов, используется ускоряющая структура с шайбами и диафрагмами с тремя радиальными опорами. Проведена численная оптимизация динамики пучка на этапе инжекции и группировки. Рабочая частота структуры 2797 МГц, длина составляет 6 м, а экспериментально измеренное шунтовое сопротивление равно 85 МОм/м. Изготовлен макет структуры длиной 60 см и проведены его испытания на высоком уровне мощности.

НАНОСЕКУНДНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МАГНИТНЫЕ МОДЕЛЯТОРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТИПА ДЛЯ ЛУЭ

А.Н.Мешков, А.Ф.Скворцов, В.И.Шипко

Горьковский политехнический институт, г.Горький

Сообщается о последних результатах, полученных в лаборатории импульсных источников энергии ГПИ, в частности, о тиратронно-магнитном генераторе наносекундных импульсов с напряжением до 200 кВ и мощностью до 200 МВт. Разработан импульсный модулятор для питания источника электронов волноводного ускорителя. Параметры модулятора: длительность импульсов 3 нс, напряжение 50 кВ, ток 1 кА. Модулятор работает от источника исходных импульсов на вакуумной лампе ГМИ-146 с двумя магнитными звеньями сжатия, что обеспечивает временную нестабильность выходных импульсов относительно импульсов запуска менее 0,5 нс.

Предложено и реализовано использование двойной формирующей линии (ДФЛ) с короткозамкнутым отрезком линии с ферритом для обострения фронта импульсов. Реализовано обострение фронта от 20 до 3 нс при мощности 100 МВт и от 10 до 1,5 нс при 50 МВт.

Получил развитие предложенный авторами метод сжатия энергии импульсов в магнитных звеньях с распределенными параметрами. Одно звено такого типа содержит разомкнутый на конце отрезок линейной линии передачи и магнитный коммутатор - отрезок линии ударной волны, обеспечивает сжатия импульсов вдвое.

На этой основе разработаны два модулятора с тиратронным источником исходных импульсов. Выходные параметры модуляторов: 100 кВ, 100 МВт и 200 кВ, 200 МВт соответственно при длительности импульсов 40 нс, фронта - 5 нс.

ных орбит. Приводятся потенциальные функции и соответствующие им области действия фокусирующих сил для двух и трех орбит при различных значениях равновесных радиусов и показателей спадания управляющего поля.

Показано, что равновесные радиусы и параметры магнитного поля двухорбитного бетатрона можно подобрать так, что габаритные размеры бетатрона возрастают незначительно по сравнению с действующими установками. Например, область действия фокусирующих сил двухорбитного бетатрона на 4 МэВ практически размещается в рабочем зазоре бетатрона МИБ-4.

Результаты исследований можно использовать для модернизации действующих бетатронов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ МАЛОГАБАРИТНЫХ БЕТАТРОНОВ

А.А.Звонцов, В.П.Кузьмин, А.А.Филимонов, В.Л.Чахлов

Научно-исследовательский институт интроскопии Томского политехнического института, г.Томск

Описаны электромагниты малогабаритных бетатронов с азимутальной вариацией управляющего поля.

Рассмотрена конструкция магнитопровода, позволяющая улучшить равномерность загрузки ферромагнитного материала, увеличить азимутальную протяженность выводного окна, а также улучшить условия охлаждения наиболее нагруженных в тепловом отношении участков электромагнита за счет уменьшения диаметра сплошной центральной части обратного магнитопровода.

Разработана технология сборки магнитопроводов из тонкого ферромагнитного материала и конструкция бескаркасной двухсекционной намагничивающей обмотки для бетатронов с повышенной частотой следования импульсов излучения.

ПРОЕКТ МАЛОГАБАРИТНОГО ПРОТОННОГО СИНХРОТРОНА НА ЭНЕРГИЮ 200 МэВ

И.И.Авербух, Г.С.Виллевалд, В.Г.Волохов, Т.А.Всеволожская, Л.М.Данилов, П.А.Довгерд, В.Н.Карасик, М.М.Карлинер, В.Н.Марусов, Г.И.Сильвестров, А.Д.Чернякин

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Описывается проект протонного синхротрона на энергию 200 МэВ, основанный на использовании одновитковых импульсных магнитов с однородным полем 5+10 Тесла и квадрупольных линз с автономным питанием, запитываемых импульсами тока с временем нарастания в несколько миллисекунд и частотой повторения в несколько герц. Приводятся результаты разработки магнитно-вакуумной системы и системы питания, макета высокочастотного резонатора с глубокой перестройкой частоты и устройств многооборотной инжекции и вывода пучка, а также инжектора с энергией 1 МэВ на основе тандема с перезарядкой отрицательных ионов и удвоением энергии.

СИБИРЬ-2 - СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Анашин В.В., Валентинов А.Г., Вещеревич В.Г., Воблий П.Д., Гаврилов Н.Г., Горникер Э.И., Глускин Е.С., Гудков Б.А., Зубков Н.И., Калинин А.С., Корчуганов В.Н., Кузнецов С.Н., Кузьминых В.С., Кулипанов Г.Н., Купер Э.А., Куркин Г.Я., Левичев Е.Б., Матвеев Ю.Г., Медведко А.С., Осипов В.Н., Панченко В.Е., Петров В.М., Петров С.П., Скринский А.Н., Токарев Ю.Ф., Трахтенберг Э.М., Ушаков В.А., Юхлин В.И.

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

Накопитель электронов "Сибирь-2" предназначен для получения мощных направленных пучков синхротронного излучения в диапазоне длин волн $0,1 \text{ \AA} + 2000 \text{ \AA}$. Энергия накопителя 2,5 ГэВ, периметр 124.13 м. Магнитная структура накопителя оптимизирована на полу-

чение малого эмиттанса $\mathcal{E}_x = 7,6 \cdot 10^{-8}$ м·рад, она состоит из 6-ти зеркально-симметричных суперпериодов с двенадцатью прямолинейными промежутками длиной ~ 3 м. Шесть промежутков имеют нулевую дисперсионную функцию. Они предназначены для установки сильнополевых вигглеров с индукцией магнитного поля до 10+12 Т для получения фотонов с энергией ~ 100 кэВ. Шесть других прямолинейных промежутков используются для установки ондуляторов и слабополевых вигглеров. Высокочастотная система накопителя обеспечит работу в многосгустковом режиме с током 300 мА и односгустковом режиме с током 20+100 мА с продольным размером сгустка $2\sigma_z = 4$ см и временем жизни пучка до 5+10 часов. В докладе приводятся основные параметры накопителя и пучков фотонов, описано состояние работ по отдельным системам.

ПУЧОК КОМПТОНОВСКИХ ФОТОНОВ ДЛЯ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-3

Г.Я.Кезерашвили, С.И.Мишнев, В.В.Муратов, Ю.Г.Украинцев

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

На накопителе ВЭПП-3 создана установка РОКК-2 (Рассеянные Обратно Комптоновские Кванты). Диапазон энергий 5-200 МэВ, интенсивность 10^6 фотонов/сек. В сочетании с системой мечения установка генерирует фотоны с энергией 30-200 МэВ с маркируемой энергией каждого кванта с точностью 3%. Основными достоинствами пучка РОКК-2 являются: 1) близкая к 100% круговая или линейная поляризация гамма-пучка (с возможностью быстрой инверсии знака поляризации); 2) высокая степень монохроматичности; 3) практически полное отсутствие нейтронного радиационного фона, обусловленное спецификой работы накопителя и отсутствием тормозной мишени; 4) высокий коэффициент заполнения пучка, позволяющий эффективно регистрировать совпадения продуктов ядерных реакций; 5) возможность плавно менять энергию гамма-квантов без потерь интенсивности пучка путем изменения энергии электронов в накопителе.

ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ГАШЕНИЕ ПРОТОННОГО ПУЧКА СИНХРОЦИКЛОТРОНА ЛИЯФ С ПОМОЩЬЮ ДИСКРЕТНЫХ ГАСИТЕЛЕЙ

Н.К.Абросимов, А.А.Александров, С.П.Дмитриев, Е.М.Иванов, Ю.Т.Миронов, Г.А.Рябов

Ленинградский институт ядерной физики им.Б.П.Константинова АН СССР

На синхротроне ЛИЯФ ускоритель и экспериментальные установки отделены друг от друга защитной стеной толщиной 3 м из блоков чугуна, в которой имеются коллиматоры для прохождения пучка. Для обеспечения безопасности и малого радиационного фона при работе на одном направлении неиспользуемые коллиматоры должны быть заглушены. До сих пор для глушения коллиматоров необходимо было разбирать вакуумные тракты и с помощью ручного захвата заглушить каждый коллиматор набором вставок $\phi 140$ мм общей длиной ~ 2 м. Эта работа проводилась в радиационном поле с мощностью дозы ~ 400 мкР/с и приводила к дополнительному облучению персонала.

Для устранения разработки вакуумных трактов при глушении коллиматоров создана система из трех промежуточных гасителей, два из которых расположены на входе и выходе коллиматора, а третий - на расстоянии 5 м от входа коллиматора, с общей толщиной по пучку $3 \times 0,38$ м стали. Гасители встроены в вакуумные тракты и имеют дистанционное управление. Основные преимущества системы: стационарность трактов; быстрый переход с одного направления на другое; возможность включения в автоматизированную систему управления; сокращение радиационных нагрузок на персонал.

Приводятся данные по дозовым и спектральным характеристикам сопутствующего радиационного фона; данные по радиационному воздействию первичного пучка на материал гасителя; характеристики теплового режима гасителя при гашении пучка с током 1 мкА. Система успешно эксплуатируется в течение года.