

КРУПНЕЙШАЯ В МИРЕ АТОМНАЯ МАШИНА ПУЩЕТА

Начал работать синхрофазотрон Объединенного института ядерных исследований

Есть 8,3 миллиарда электроновольт!

ДУБНА, 10 апреля. (По телефону). Начал работать синхрофазотрон, установленный в лаборатории физики высоких энергий Объединенного института ядерных исследований. С помощью этой установки уже удалось ускорить протоны до энергии в 8,3 миллиарда электроновольт.

Достигнута самая высокая энергия частиц, которую когда-либо удавалось искусственно создавать физикам.

Ввод в действие синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований, равноправными членами которого являются двенадцать государств, создает замечательные возможности для

выполнения обширной программы научных исследований.

Работы по дальнейшему налаживанию синхрофазотрона и доведению энергии ускоряемых в нем протонов до десяти миллиардов электроновольт продолжаются.

Профессор Д. БЛОХИНЦЕВ (СССР),
Директор Объединенного
института ядерных исследований.

Профессор В. ВОТРУБА (Чехословакия),
Вице-директор.

Профессор М. ДАНЫШ (Польша),
Вице-директор.

СО СКОРОСТЬЮ СВЕТА...

В. ВЕКСЛЕР.

Член-корреспондент Академии
наук СССР, директор лаборатории
физики высоких энергий

В течение последних месяцев в лаборатории физики высоких энергий царил напряженная творческая атмосфера. В огромном зале, напоминающем цех современного индустриального гиганта, и днем и ночью можно было видеть профессора В. А. Петухова, руководителей отделов инженеров Л. П. Зиновьева, К. В. Чехлова, Н. И. Павлова и других энтузиастов, готовившихся к пуску новой атомной машины. Сомнений в том, что она начнет работать, ни у кого не возникло. Гигантская установка была создана на основе точнейших расчетов, на прочном фундаменте последних достижений науки и техники.

Но многим работавшим здесь все же казалось, что пуск установки — дело недалекого будущего.

Гигантский синхрофазотрон представляет собой установку, предназначенную для ускорения «элементарных» частиц материи, для придания им сверхвысоких энергий, то есть для создания таких условий, в которых их можно лучше изучать исследователям атомного ядра.

Вот цифры, характеризующие масштабы и необычайную точность новой установки. Вес кольцевого электромагнита синхрофазотрона составляет 36 тысяч тонн, а средний диаметр стального кольца достигает почти 60 метров. Давление в вакуумной камере, внутри которой должны двигаться ускоренные частицы, благодаря непрерывной работе 56 мощных насосов падает до миллиардной доли атмосферы. Магнитное поле, подвергающее частицы в камере своему непрерывному воздействию, выверено с точностью до десятых долей процента.

Ничтожная ошибка, хотя бы малейшее искажение этого поля были бы достаточными для того, чтобы вывести ускоритель из строя. Высокочастотное поле, которое ускоряет частицы, сообщая им новую порцию энергии при каждом прохождении их через ускоряющие устройства, должно быть с чрезвычайной высокой степенью точности согласовано с магнитным полем, в котором движутся частицы.

Большая группа работающих в Физиче-

ском институте Академии наук СССР физиков-теоретиков, руководимая М. С. Рабиновичем и А. А. Коломенским, тщательно и всесторонне, в течение длительного времени анализировала условия движения частиц в ускорителе.

Все ли, однако, предусмотрено? Не осталось ли где-нибудь лазейки для проникновения неточности? Озабоченные этой мыслью, работники лаборатории с нетерпением ждали момента, когда громадная машина проявит первые признаки своей жизни.

И вот этот момент наступил. 15 марта, поздно вечером, руководителю группы запусков Л. П. Зиновьеву и его сотрудникам С. К. Есину, С. С. Нагдасьеву, В. П. Саранцеву, инженерам А. А. Капранову, С. А. Машинскому, Г. С. Казанскому и другим впервые удалось осуществить так называемый квазибетатронный режим работы ускорителя. Наличие такого режима означало, что главные трудности, стоявшие на пути пуска огромной машины, уже преодолены, что созданное в ней магнитное поле удовлетворяет поставленным требованиям. Присутствовавшие здесь отчетливо понимали значение момента. Прогремело дружное «ура».

Успех являлся несомненным, но была решена только первая, хотя и наиболее трудная часть задачи. Предстояло заставить частицы миллионы раз обращаться в растущем со временем магнитном поле, постепенно увеличивая их энергию. За 3,3 секунды они должны сделать внутри камеры четыре с половиной миллиона оборотов и пройти при этом путь в миллион километров, двигаясь почти со скоростью света.

Процесс ускорения частиц, происходящий в синхрофазотроне, можно кратко охарактеризовать так. В некоторый момент они как бы «выпрыскиваются» внутрь ва-

куумной камеры из линейного ускорителя, разработанного в Харьковском физико-техническом институте под руководством профессора К. Д. Синельникова. Магнитное поле, управляющее движением частиц, медленно возрастает во времени. При этом сокращается и период, в течение которого протоны совершают полный оборот внутри вакуумной камеры. В точном соответствии с изменением длительности одного оборота протонов увеличивается и частота электрического поля, ускоряющего частицы.

Механизм, благодаря которому осуществляется ускорение частиц, получил название автофазировки. Этот принцип в настоящее время лежит в основе действия всех современных мощных ускорителей. Он используется и в нашем синхрофазотроне.

Через неделю после осуществления квазибетатронного режима на синхрофазотроне удалось придать частицам энергию в два миллиарда электроновольт, а затем энергия частиц была повышена до 8,3 миллиарда электроновольт.

Коллектив сотрудников лаборатории добивается сейчас того, чтобы в ближайшее же время предоставить синхрофазотрон в распоряжение физиков Объединенного института ядерных исследований.

Для этого, однако, здесь придется проделать еще очень большую работу.

Следует признать, что, несмотря на очень быстрый рост наших знаний, современная физика до сих пор не создала еще сколько-нибудь единой картины природы ядерных сил. Она не знает, например, как связаны между собой различные мезоны, как они связаны с нуклонами, не имеет представления о закономерностях их взаимных переходов. Именно эти вопросы могут быть решены путем использования мощных ускорителей, дающих пучки заряженных частиц с энергией во много миллиардов электроновольт.

Государства, являющиеся членами Объединенного института ядерных исследований, с пуском самого мощного в мире ускорителя получают новое сильнейшее орудие научного исследования в прогрессе.

ВО ИМЯ МИРА И ПРОГРЕССА

Достижения физики находятся в неразрывной связи с успехами технических наук, с прогрессом инженерного искусства. Ядерная физика, идущая в авангарде современной науки, является результатом последовательного развития всех отраслей знаний и в особенности физики, математики, механики, химии. Вместе с тем ее современное состояние обеспечено высоким уровнем сегодняшней техники, вооружившей ученого мощнейшими средствами научных исследований.

Без этого немислимы были бы великие открытия в науке, которые привели сначала к опытам по выяснению структуры атома, затем — к экспериментам по расщеплению атомного ядра и, наконец, — к практическому использованию колоссальной энергии, таящейся в его недрах. Вооруженные сложнейшими установками и приборами, физики все глубже проникают в тайны микромира — мира мельчайших частиц материи.

Каждое новое открытие в физике является ярким свидетельством коренного положения марксистско-ленинской диалектики о бесконечности материи, о сложнейшей структуре атома и составляющих его частиц.

В наши дни с особой силой звучат замечательные ленинские слова: «Ум человеческий открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней...»

Совсем недавно наблюдения за процессами, происходящими в атоме, сводились по существу к изучению космических лучей, идущих на землю из глубин вселенной. Таким образом были сделаны открытия, представляющие большой интерес для познания структуры и свойств ряда мельчайших частиц материи.

Но наблюдения за космическими лучами крайне затруднены тем, что потоки их не обладают желательной для исследователя интенсивностью. Ему приходится месяцами ждать, пока в приборы попадут именно те частицы, которые его интересуют.

Выход из создавшегося затруднения дают установки, позволяющие получать интенсивнейшие потоки требуемых частиц, придавать им огромную энергию, «разгонять» их до таких скоростей, при которых можно гораздо лучше изучать ядерные процессы. Такие установки называются ускорителями заряженных частиц. Небезынтересно вспомнить, что первая ядерная реакция с помощью ускорителя была осуществлена в 1932 году учениками великого английского физика Э. Резерфорда Д. Кокрофтом и Э. Уолтоном.

Важную роль в развитии ядерной физики сыграли протонные и электронные линейные ускорители, циклотроны, бетатроны и другие установки. Новым важным этапом в прогрессе ускорителей явился так называемый принцип автофазировки, предложенный в 1944 году советским физиком членом-корреспондентом Академии наук СССР В. И. Векслером и, независимо от него, в 1945 году американским физиком Мак-Милланом.

Ускорители заряженных частиц непрерывно совершенствуются, позволяя получать мощнейшие потоки частиц, обладающих все большей и большей энергией. Несомненный интерес для науки представляют исследования, проведенные на построенном советскими учеными и инженерами синхроциклотроне — установке, позволяющей сообщать протонам энергию в 680 миллионов электроновольт. Эта установка вместе с другим оборудованием безвозмездно передана в прошлом году Советским государством Объединенному институту ядерных исследований, равноправными членами которого являются двенадцать государств: Албания, Болгария, Демократическая Республика Вьетнам, Венгрия, Германская Демократическая Республика, Китайская Народная Республика, Коре́йская Народно-Демократическая Республика, Монголия, Польша, Румыния, СССР и Чехословакия.

Еще более мощными являются американские ускорители заряженных частиц — космо́трон, рассчитанный на получение пучка протонов с энергией в три миллиарда электроновольт, и беватрон, с помощью которого удастся «разгонять» протоны до энергии в 6,3 миллиарда электроновольт. И не случайно на беватроне, который до последнего времени считался самым мощным в мире ускорителем, удалось осуществить эксперименты огромного научного значения. За последние годы там, например,

антипротон.

Крупнейшие установки для ускорения частиц высоких энергий открывают необозримые горизонты для развития ядерной физики. Вполне понятно поэтому то значение, которое приобретает мощнейшая в мире ускорительная установка — синхрофазотрон, также переданная Советским государством в прошлом году вместе с другим уникальным оснащением Объединенному институту ядерных исследований.

Синхрофазотрон рассчитан на получение интенсивного потока протонов, обладающих энергией в десять миллиардов электроновольт. Получаемые на этой установке потоки протонов уже «разгоняются» до энергии в 8,3 миллиарда электроновольт, что, таким образом, значительно превышает результаты, достигнутые на ускорителях заряженных частиц в США.

В то время, когда советские инженеры приступили к осуществлению идей и теоретических расчетов физиков, к претворению их в конкретные конструкции, в мировой практике не было опыта разработки такого колоссального ускорителя. Задача создания синхрофазотрона на десять миллиардов электроновольт была серьезным испытанием для советских электротехников, радиотехников и машиностроителей, для коллективов многих заводов, проектных и научно-исследовательских организаций. Им удалось с честью решить ряд сложнейших задач, опираясь на высокую степень индустриального развития нашей страны, на первоклассную техническую культуру советского рабочего класса и советской интеллигенции.

Профессор Д. ЕФРЕМОВ.

НОВАЯ ОТРАСЛЬ НАУКИ

◇
А. МИНЦ.

Член-корреспондент Академии наук СССР, директор радиотехнической лаборатории Академии наук СССР

◇

Здания совершенно новых радиотехнических устройств. К ним относится разработанный С. М. Рубчинским и Ф. А. Водопьяновым задающий широкодиапазонный высокочастотный генератор с тщательно отработанной системой поддержания (с точностью до 0,1 процента) соответствия между магнитным полем и частотой генератора.

Высокочастотные колебания задающего генератора усиливаются устройствами, заканчивающимися 200-киловаттными выходными каскадами. Они питают ускоряющие электроды, выполненные по предложению Ю. М. Лебедева-Брасина.

Разработка высокочастотных усилителей оказалась весьма трудной технической задачей, в решении которой под руководством профессора И. Х. Невяжско-

го большое участие принимали В. Ф. Трубецкой, Г. М. Драбкин и другие.

Для правильной работы синхрофазотрона необходимо весьма точно, в отдельных случаях с точностью до одной стотысячной доли секунды, управлять процессами включения и выключения системы «впрыскивания» частиц, включения ускоряющего радиочастотного напряжения и другими процессами. «Привязка» всех этих процессов к определенным значениям магнитного поля осуществлена при помощи оригинальной системы, разработанной М. М. Вейсбейном и А. А. Васильевым.

Работа по созданию уникальной измерительной аппаратуры, без которой пуск установки был бы невозможен, проводилась под руководством С. М. Рубчинского С. С. Курочкиным, М. П. Зельдовичем, А. А. Кузьминым и В. Ф. Кузьминым.

Большую работу при проектировании крупнейших комплексных сооружений синхрофазотрона провели П. П. Иванов, И. В. Тарковский, М. И. Басалаев, а при конструировании аппаратуры электроники — В. М. Лупулов, Н. В. Ковалев.

Несколько лет назад совместно с В. И. Векслером, Д. В. Ефремовым и Е. Г. Комаром коллектив Радиотехнической лаборатории Академии наук СССР приступил к составлению технологического проекта синхрофазотрона. Тогда же начались разработка и конструирование уникального радиотехнического оборудования этого ускорителя.

Разработанная радиоспециалистами Академии наук СССР и радиотехнической промышленности система электроники синхрофазотрона Объединенного института занимает особое положение в комплексе оборудования этого гигантского ускорителя. Радиотехническая и электронная аппаратура отличается необычайной сложностью схемы и исключительно высокими точностями.

В процессе разработки этой аппаратуры фактически родилась новая отрасль технической науки — радиотехника и электроника мощных ускорителей заряженных частиц.

Особые условия работы и необычайно широкий диапазон изменения частоты ускоряющего напряжения потребовали со-

ВЫДАЮЩЕЕСЯ ДОСТИЖЕНИЕ ТЕХНИКИ

Беседа с министром электротехнической промышленности СССР тов. И. Т. СКИДАНЕНКО

Новый гигантский ускоритель Объединенного института ядерных исследований представляет собой выдающееся достижение современной науки и техники.

Масштабы установки, сложность и новизна технических вопросов, связанных с ее проектированием, сооружением, монтажом, наладкой и пуском, делают ее несравнимой с какой-либо другой машиной электротехнической промышленности.

Она явилась плодом вдохновенного труда большой группы ученых и инженеров различных специальностей, воплощением творческих усилий коллективов научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и промышленных предприятий.

Разработку и наладку значительной части специального оборудования осуществил Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры под руководством Е. Г. Комара. Изготовление этого оборудования проводилось при активном участии гг. А. В. Мозалева и Л. Н. Федулова.

Основным оборудованием синхрофазотрона является кольцевой электромагнит, изготовленный из специальной марки стали, разработанной Кузнецким металлургическим комбинатом.

Обмотка электромагнита представляет собою изолированную медную шину, охлаждаемую дистиллированной водой и весящую около 600 тонн. Изготовление обмотки производилось в процессе монтажа электромагнита, так как размеры ее и сложность конструкции исключали транспортировку с завода, изготовлявшего электромагнит.

Значительные трудности вызвало конструирование и создание вакуумной камеры, внутренний объем которой достигает почти 160 кубических метров. Ее проектирование и испытания проводились группой сотрудников института под руководством тов. И. Ф. Малышева. Камера состоит из нескольких сотен деталей, изготовленных из нержавеющей стали и алюминия, уплотненных между собою специальной вакуумной резиной. Пришлось сконструировать камеру с двойными стенками, а для откачки воздуха применить высоковакуумные агрегаты большой производительности, расположенные равномерно с ее внутренней и внешней стороны. Наладкой камеры руководил тов. Я. Л. Михелис.

Монтаж электромагнита и вакуумной камеры потребовал высокой технической культуры. Для обеспечения его исключительной точности были разработаны специальные механические, гидравлические и оптические приспособления.

Для электропитания электромагнита создана специальная мощная подстанция. Вырабатываемая основными электрическими машинами энергия поступает в сложные выпрямительные устройства, в состав которых входят 96 мощных высоковольтных игнитронов, сконструированных лабораториями Всесоюзного электротехнического института имени В. И. Ленина. Проектирование игнитронов возглавлял тов. Т. А. Суетин.

Разработку электромагнита и его системы питания в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры возглавлял тов. Н. А. Монозон, проектирование электромагнита — тов. Н. С. Стрельцов, проектирование системы питания — тов. А. М. Столов. Конструктивная разработка устройств питания, проектирование защиты установки и питания вспомогательных устройств проводились под руководством тов. М. А. Гашева.

Монтаж электромагнита, камеры и другого специального оборудования проводил монтажный трест, управляющим которого является тов. А. А. Ефимов, а главным инженером — тов. С. Д. Николаев. Большую работу, связанную с монтажом, выполнили гг. Н. К. Черемхин и В. В. Куликов. Руководство сооружением всей установки осуществлял тов. К. Н. Мещеряков.

О масштабах сооружения красноречиво говорят следующие цифры. Объем основных производственных зданий составляет 335 тысяч кубических метров. В этих зданиях смонтированы, кроме основного технологического оборудования, 500 панелей, щитов и пультов, состоящих в свою очередь из 6.000 различных соединений воедино всей этой аппаратуры проложены кабели протяжением около 1.000 километров.

В процессе проектирования синхрофазотрона была построена и исследована модель ускорителя, спроектировано и исследовано несколько моделей, макетов, предназначенных для разработки методов корректировки магнитных полей, для проверки схем питания и управления электротехнических устройств и автоматики.

Сооружение ускорителя потребовало решения многих проблем в области электромашиностроения, аппаратостроения и специальных материалов.

Управление всеми агрегатами ускорителя осуществляется дистанционно с центрального пульта управления, связанного с синхрофазотроном тысячами проводов, проложенных в специальном кабельном туннеле.

Работы, связанные с проектированием электротехнических схем и выполнением электромонтажных работ, осуществлялись под руководством гг. Н. И. Кисина и Е. А. Алиева.

Строительным организациям пришлось решать сложные задачи при возведении фундамента под электромагнит и при сооружении производственных корпусов.

В сооружении ускорителя принимали активное участие организации и предприятия министерств радиотехнической промышленности, электростанций, строительства предприятий металлургической и химической промышленности и других отраслей промышленности.

Накопленный опыт позволяет осуществить еще более грандиозный проект — разработку и сооружение ускорителя, рассчитанного на получение протонов с энергией в пятьдесят миллиардов электроновольт.