

## Международная конференция по изохронным циклотронам

В мае 1966 г. в Гатлинбурге (США) состоялась конференция по изохронным циклотронам, организованная Международным союзом чистой и прикладной физики, КАЭ США и Ок-Риджской национальной лабораторией. В конференции приняли участие 227 делегатов из 15 стран, было заслушано 57 докладов.

Изохронные циклотроны составляют большую самостоятельную группу (или категорию) ускорителей заряженных частиц. В настоящее время работают 26 изохронных циклотронов, 37 проектируются или строятся, закончено три проекта мезонных фабрик (Дубна, Цюрих, Лос-Аламос), один разрабатывается (канадский ускоритель  $H^-$ -ионов, названный «Триумф»).

Широкое внедрение изохронных циклотронов на энергию до 100  $Mэв$  позволило провести много важных физических экспериментов. В частности, благодаря повышению энергии по сравнению с обычными циклотронами стало возможным получать изотопы в реакциях типа  $(\alpha, 5n)$ ,  $(\alpha, 6n)$ . Были открыты новые ядра в реакциях  $C^{12}(\text{He}^3, \text{He}^6)C^9$ ;  $Mg^{26}(\alpha, \text{He}^3)Mg^{32}$ . Уменьшение энергетического разброса и повышение стабильности позволили наблюдать новые уровни. Плавное регулирование энергии дает возможность изучать зависимость многих процессов от энергии первичного пучка с шагом до 25  $кэв$ . На некоторых изохронных циклотронах предусмотрена система для управления микроскважностью, что позволяет эффективно использовать пучок как для экспериментов по времени пролета, так и для работ с быстрыми схемами совпадений.

Внимание конференции было сконцентрировано на следующих вопросах:

1. Усовершенствование действующих изохронных циклотронов, прецизионные измерения качества пучков, создание новой аппаратуры (тракты, магнитные анализаторы и т. д.) и проекты новых циклотронов на энергии до 150  $Mэв$ .
2. Источники ионов (в том числе поляризованных) и внешняя инжекция.
3. Вывод пучка из изохронных циклотронов.
4. Проекты новых ускорителей на энергии свыше 200  $Mэв$ .

Остановимся подробнее на перечисленных вопросах.

1. В лабораториях США усовершенствования введены в основном на следующих установках:

1) Циклотрон ORIC (Ок-Ридж), ускоряющий в настоящее время протоны, дейтроны,  $\alpha$ -частицы,  $\text{He}^3$  в диапазоне энергий соответственно 10,5—65, 34—41, 42—80, 25—52  $Mэв$ . В течение 1965 г. ускоритель работал по 148 ч в неделю. На низких энергиях выводится 30% частиц, на высоких — 60%. С конца 1964 г. используется анализирующий магнит с поворотом

на  $153^\circ$ , радиусом кривизны 183 см и  $n = 0,5$ . Недавно опробован широкодиапазонный магнитный спектрограф с однородным магнитным полем. По предварительным измерениям общее разрешение всей системы по энергии составляет 0,05%. На внешнем пучке циклотрона ORIC имеется электростатическая отклоняющая система, позволяющая увеличивать интервал между отдельными пучками для экспериментов с нейтронами. Поляризованные протоны получают рассеянием внешнего пучка на мишенях ( $\text{H}_2$  и  $\text{Ca}^{40}$ ). В камерах рассеяния для регистрации продуктов реакций широко используются кремниевые детекторы.

2) Циклотрон с диаметром полюса 224 см (Беркли), ускоряющий в основном протоны (10—55  $Mэв$ ) и  $\alpha$ -частицы (22—130  $Mэв$ ). Достигнутое разрешение в настоящее время составляет 0,09% при энергиях 90  $Mэв$  ( $\alpha$ -частицы) и 30  $Mэв$  (протоны). Планируется введение новой анализирующей системы с разрешением по энергии  $\sim 0,02\%$ . Применяется новая система вывода с эффективностью 50%, и устанавливается источник поляризованных ионов с аксиальной инжекцией.

Система идентификации заряженных частиц, использующая телескоп из двух « $dE/dx$ » и одного « $E$ » полупроводниковых счетчиков, идентифицирует ядра вплоть до  $\text{Be}^9$ . Имеются электронно-вычислительная машина Д-5-5 с графоопрообразителем и двумерный 4096-канальный анализатор.

3) Циклотрон с диаметром полюса 211 см Мичиганского университета (Энн-Арбор), ускоряющий протоны в диапазоне энергий 7—40  $Mэв$ , а также другие частицы. На этом циклотроне используется мощная анализирующая система, состоящая из двух магнитов с двойной фокусирующей, углом поворота  $110^\circ$ , радиусом кривизны 200 см и набора коллимирующих щелей. Затем пучок попадает на мишень, установленную в камере рассеяния, и продукты реакции анализируются системой из трех магнитов с углом поворота  $180^\circ$  и радиусом кривизны 133 см, вращающейся вокруг мишени. При ширине щелей 1 мм разрешение системы составляет 0,012% (5  $кэв$  при энергии протонов 40  $Mэв$ ). Интенсивность пучка при этом в районе мишени  $\sim 1$   $\mu\text{ка}$ .

4) Циклотрон с диаметром полюса 163 см Мичиганского университета (Ист-Лансинг), ускоряющий протоны в диапазоне энергий 23—55  $Mэв$ , а также дейтроны,  $\text{He}^3$ ,  $\text{He}^4$ ,  $^{12}\text{C}^{+4}$ . До последнего времени на этом циклотроне ускоряли  $H^-$ -ионы и после «обдирки» на алюминиевой фольге толщиной 700  $\mu\text{кг}/\text{см}^2$  получали выведенный пучок протонов с интенсивностью до 40  $\mu\text{ка}$ . В настоящее время изготовлена и частично опробована система вывода с электростатическим и магнитными каналами. Для улучшения разделения орбит будет вводиться первая гармоника в магнитное поле. Проектируется магнитный спектрометр с большим разрешением

На выведенном протонном пучке измерены эмитансы и разброс энергий. 90% пучка находится внутри фазовой площади  $2,5 \text{ см} \cdot \text{мрад}$  по радиальным и  $2,0—10,0 \text{ см} \cdot \text{мрад}$  по аксиальным колебаниям и имеет энергетический разброс 0,1% при расположении коллимирующих щелей в центре магнита. По форме кривой интенсивности на внутреннем пробнике в зависимости от тока в соответствующих корректирующих катушках было найдено, что фазовая ширина ускоряемого сгустка равна  $\sim 7^\circ$ .

Из работ по исследованию свойств пучков, выполненных в лабораториях стран Западной Европы, заслуживает внимания прецизионное измерение фазовой ширины пучка на изохронном циклотроне в Карлсруэ, ускоряющем дейтроны до  $50 \text{ Мэв}$ . В камере этого ускорителя на пяти радиусах были установлены двойные индукционные электроды. Сигналы, наведенные на электродах, преобразовывались для понижения частоты и уменьшения шумов и подавались на пятиканальный скоростной осциллограф. Измерения можно было вести при токе ниже  $1 \text{ мка}$ . Точность измерения фазы лучше  $3^\circ$ . Эксперименты показали, что 50% пучка занимает область фаз  $\sim 8^\circ$ . Такая же аппаратура из 12 двойных электродов будет использована на изохронном циклотроне для ускорения дейтронов до  $90 \text{ Мэв}$ , который строится во Франкфурте (ФРГ).

На циклотроне в Карлсруэ применяется также система для быстрого сброса части пучка на мишень. При этом получаются импульсы нейтронов длительностью  $1,5 \text{ нсек}$  с частотой  $20 \text{ кгц}$ .

Из небольших циклотронов следует упомянуть запущенный в 1965 г. изохронный циклотрон в Беркли для ускорения  $\text{He}^3$  до энергии  $18 \text{ Мэв}$  при интенсивности  $20 \text{ мка}$ . Пучок  $\text{He}^3$  используется в основном для активационного анализа. Изохронный циклотрон для получения пучка  $\text{He}^3$  с энергией  $27 \text{ Мэв}$  и дейтронов проектирует также циклотронная корпорация Бробека. На такие установки имеются заказы от нескольких научно-исследовательских лабораторий США.

В конце этого года должен быть запущен изохронный циклотрон в Морской лаборатории радиологической защиты (Сан-Франциско), ускоряющий протоны от  $2$  до  $95 \text{ Мэв}$ , а также другие частицы при проектной интенсивности пучка  $\sim 1 \text{ ма}$ . Анализирующая система такого же типа, как в Ок-Риджском циклотроне, даст возможность получить разрежение лучше чем  $0,05\%$ . Планируется широкое проведение физических и медико-биологических исследований.

В докладах Н. И. Веникова и А. В. Степанова (СССР) описаны разработки, связанные с моделированием изохронного циклотрона на  $100 \text{ Мэв}$ , а также исследования по системе транспортировки и анализу выведенного из этого ускорителя пучка, которые неоднократно обсуждались во время конференции.

2. Основным направлением в развитии ионных источников, которое определилось в последние годы, является использование аксиальной инжекции. При этом источник и формирующая система находятся вне камеры циклотрона, что позволяет использовать для ускорения поляризованные ионы. Источники поляризованных протонов или дейтронов работают сейчас на 15 ускорителях. Интенсивность достигает нескольких десятков микроампер, поляризация протонов 80%, дейтронов 100%. Интенсивность инжектированного пучка пропорциональна его энергии, но из-за трудностей охлаждения поворачивающего зеркала приходится ограничивать энергию пучка величиной порядка  $25 \text{ кэв}$ . Исключение составляет созданный в Гренобле источник поляризованных протонов и дейтронов

с энергией  $250 \text{ кэв}$  и потоком нейтрального пучка  $\sim 0,6 \cdot 10^{16} \text{ атом/см}^2 \cdot \text{сек}$ . Ожидаемая эффективность ионизации  $\sim 5 \cdot 10^{-3}$ .

В настоящее время схема аксиальной инжекции достаточно отработана, и дальнейшие усовершенствования касаются улучшения качества поверхности на  $90^\circ$  пучка и выполнения довольно жестких механических допусков во всей системе.

3. Для вывода частиц практически во всех циклотронах на энергии до  $100 \text{ Мэв}$  используется электростатическое отклонение пучка и один или два магнитных канала. Для улучшения разделения орбит на последних радиусах используются различные методы.

а) Так как в таких циклотронах  $Q_r = 1,03 \div 1,05$ , то необходимое разделение орбит может быть достигнуто сочетанием набора энергии за оборот и большого периода прецессии свободных когерентных колебаний (20—30 оборотов). Потери определяются величиной амплитуды некогерентных радиальных колебаний. Такой метод использован на ускорителе ORIC (эффективность 60%).

б) С помощью дополнительной первой гармоники, амплитуда которой увеличивается с радиусом ( $\sim 10 \text{ гс}$ ), создаются вынужденные когерентные радиальные колебания с необходимой фазой и тем самым увеличивается разделение орбит. Этот метод предполагается использовать на циклотроне Мичиганского университета.

в) Необходимое разделение орбит достигается установкой электростатического регенератора. Такая система работает в настоящее время на циклотроне с диаметром полюса  $224 \text{ см}$  (Беркли), обеспечивая вывод 50% ускоренных до  $55 \text{ Мэв}$  протонов. При режиме работы регенератора и дефлектора, который сейчас используется, 30% пучка теряется на передней пластине дефлектора и  $\sim 20\%$  — внутри канала. Передняя пластина дефлектора имеет щель в медианной плоскости высотой несколько миллиметров и длиной  $5—8 \text{ см}$ .

В мезонной фабрике на  $510 \text{ Мэв}$  (Цюрих) намечено применить резонансный метод вывода. Однако поскольку число спиральных секторов увеличено с 6 до 8, внутренний нелинейный резонанс передвинулся на более высокие энергии. Пока предполагается использовать параметрический резонанс от дополнительной третьей гармоники, однако это не решает полностью проблему вывода. Большой интерес ученых из Цюриха (И. Блазер, Х. Виллак и др.) вызвал доклад В. В. Кольги (СССР) о возможности изменения положения внутренних нелинейных резонансов путем некоторого изменения структуры магнитного поля. Было организовано специальное обсуждение возможности использования этого метода для мезонной фабрики на  $510 \text{ Мэв}$ .

В Аргоннской национальной лаборатории проводятся эксперименты по экранированию магнитного поля с помощью сверхпроводящих пластин  $\text{Nb}_3\text{Sn}$  при температуре  $4,2^\circ \text{ К}$  в магнитных полях до  $19,6 \text{ кгс}$ . Между двумя пластинами размером  $3,0 \times 2,5 \times 0,3 \text{ см}$  каждая, отстоящими друг от друга на  $1 \text{ см}$ , внешнее поле, равное  $19,6 \text{ кгс}$ , понижалось на  $17,9 \text{ кгс}$ . Кроме того, было найдено, что между пластинами можно получить поле обратного знака. В настоящее время исследуется влияние излучения.

4. Проекты новых ускорителей на энергии свыше  $200 \text{ Мэв}$ .

а) Проектирование мезонной фабрики на  $510 \text{ Мэв}$  по плану должно быть закончено в 1966 г. Срок строительства 5—6 лет. Финансирование строительства утверждено в размере 90 млн. швейцарских франков и должно начаться в 1966 г. Заказы на изготовление

магнитов и ВЧ-системы размещены среди европейских фирм.

В начале этого года на электронно-вычислительной машине была рассчитана динамика пучка по результатам измерений магнитного поля на модели магнитной системы, выполненной в масштабе 1 : 5 (два сектора). Проведены первые измерения на одном резонаторе в масштабе 1 : 1 на рабочей частоте 49,8 Мгц. Наименее разработанной проблемой остается вывод ускоренных протонов.

По проекту релятивистского циклотрона на 700 Мэв В. П. Дмитриевский (СССР) доложил об исследованиях нелинейных эффектов, вызывающих изменение амплитуд при нерезонансных значениях частот свободных колебаний, а также эффектов, связанных с собственным полем пучка.

Проект мезонной фабрики в виде изохронного циклотрона, ускоряющего  $H^-$ -ионы, претерпел существенные изменения. В настоящее время три канадских университета работают над проектом  $H^-$ -мезонной фабрики, в основу которого положен проект, разработанный ранее в университете Лос-Анжелоса. Этот проект назван «Триумф». Для уменьшения потерь при лоренцевой диссоциации  $H^-$ -ионов максимальная энергия снижена до 500 Мэв при радиусе 7 м. Среднее поле на конечном радиусе составляет 5,15 кэс. Максимальная интенсивность ускоренного пучка 100 мка. Строительство предполагается закончить в 1972 г.

б) С 1 июля 1966 г. должно начаться финансирование строительства линейного ускорителя на 800 Мэв, разработанного лабораторией в Лос-Аламосе, полная стоимость которого определена в 55 млн. долл.

в) В США в настоящее время насчитывается около десяти действующих фазотронов на энергию свыше 300 Мэв, поэтому некоторые лаборатории планируют их частичную реконструкцию. Однако электромагниты фазотронов в США работают на максимальном поле при малых зазорах, поэтому введение вариации, соответствующей полному изохронизму, может значительно снизить конечную энергию пучка, что резко уменьшит интенсивности мезонных пучков. В связи с этим приходится вводить вариацию незначительной величины, обеспечивающей фокусировку при небольшом возрастании среднего поля. Это дает возможность уменьшить частотный диапазон ускоряющей системы и увеличить частоту повторения импульсов. На конференции было представлено два доклада по такой частичной реконструкции на энергии 500—600 Мэв, имеющие характер предварительного изучения. На фазотроне Института технологии Карнеги (Пенсильвания) предполагается ввести шесть радиальных секторов с зазором между ними 5 см. Дуанты будут находиться в долинах между секторами. Диапазон частот 30—22,5 Мгц при конечной энергии 600 Мэв. В настоящее время проводятся численные расчеты, которые позволят выбрать окончательные параметры такого варианта.

На фазотроне «Невис» на энергию 385 Мэв Колумбийского университета (Нью-Йорк) предполагается ввести шесть (или четыре) спиральных секторов. Среднее магнитное поле на максимальном радиусе будет увеличено до 20 кэс, что позволит получить энергию ускоренных протонов 500—600 Мэв. Если ввести вариацию, соответствующую полному изохронизму, то на существующем магните может быть получена энергия 250—300 Мэв. Частичное введение вариации уменьшает частотный диапазон, что дает возможность увеличить частоту повторения до 300 гц. Предполагается, что интенсивность при этом составит 10 мка или

несколько больше. Проводятся численные расчеты и изучаются конфигурации магнитного поля на модели в масштабе 1 : 5.

В дискуссиях затрагивался вопрос о повышении интенсивности действующих фазотронов. Большинство заинтересованных в этом вопросе делегатов (среди них К. Мак-Кензи, Р. Коэн и др.) считают, что в азимутально-симметричном магнитном поле фазотрона нельзя повысить интенсивность пучка выше нескольких микроампер.

На фазотроне, ускоряющем протоны до 720 Мэв (Беркли), планируется установить три радиальных сектора по всей площади полюса магнита для существенного увеличения аксиальной фокусировки. Радиочастотная система не изменяется. В настоящее время проводятся измерения поля на небольшой модели магнита. Полагают, что установка секторов может увеличить интенсивность в 5 раз или более.

г) Изучение циклотрона с разделенными орбитами (SOC) проводится сейчас в трех лабораториях: в Ок-Ридже, Чок-Ривере и Лаборатории им. Резерфорда.

В Ок-Риджской национальной лаборатории разрабатывается первая стадия SOC на 10—50 Мэв. Ускоритель на энергию 10—50 Мэв с интенсивностью 75 ма планируется как многоцелевой, предназначенный также для физических экспериментов. Параметры этой машины известны по материалам конференций во Фраскати и Вашингтоне. В настоящее время почти готов один сектор магнита в масштабе 1 : 1 и проводятся измерения на двух моделях резонаторов в масштабе 1 : 4. Кроме того, для проверки принципа работы SOC создается ускоритель, который состоит из шести секторов и шести резонаторов и будет ускорять протоны от 1 до 4 Мэв за четыре оборота. Среднее магнитное поле изменяется от 3,5 до 7 кэс. Максимальный радиус 40 см. Частоты свободных колебаний  $Q_{r,z} = 1,5 \div 2,0$ . Инжектором будет служить линейный ускоритель из четырех сильно связанных резонаторных полостей. В настоящее время заканчивается составление проекта этого ускорителя.

В Чок-Ривере (Канада) предполагается создать SOC из трех стадий на 1000 Мэв и 80 ма, аналогичный Ок-Риджскому. Радиус третьей стадии 21 м (300—1000 Мэв). Вес этого кольца 2800 т. Общая мощность трех стадий SOC: магнитов 0,8 Мвт; ВЧ-систем 87 Мвт при частоте 50 Мгц. Разрабатывается аппаратура для использования таких пучков. Основной пучок будет разводиться по нескольким павильонам с помощью фокусирующих трактов. Пучок интенсивностью 65 ма будет использоваться для получения тепловых нейтронов с помощью свинцово-висмутовой мишени и замедлителя из  $D_2O$ . Может быть обеспечена плотность тепловых нейтронов до  $10^{16}$  нейтр/см<sup>2</sup>·сек. Для генерирования мезонов, быстрых нейтронов и других частиц будет использоваться протонный пучок интенсивностью 1 ма. Общая стоимость такой установки оценивается в 110 млн. долл.

В Лаборатории им. Резерфорда предполагается использовать SOC на 70 Мэв в качестве инжектора для синхрофазотрона со слабой фокусировкой «Нимрод». SOC должен ускорять протоны от 15 до 70 Мэв с интенсивностью в импульсе 100 ма при длине импульса 1 мсек. Ускорение до 15 Мэв происходит в линейном ускорителе. Предполагается, что при этом можно увеличить интенсивность синхрофазотрона до  $10^{13}$  протон/имп. Строительство должно быть закончено в 1970 г.

На конференции был также зачитан доклад Ф. Рассела о так называемом Super-SOC. Для повышения

эффективности предлагается ВЧ-резонаторы в ускорителе типа SOC возбуждать с помощью электронного пучка, как это делается в лампах с бегущей волной и подобных приборах. Энергия электронов меняется в диапазоне 15—90 Мэв. На каждом резонаторе теряется 4 Мэв. Интенсивность электронного пучка должна быть сравнима с интенсивностью протонов.

д) На конференции было сообщено о дальнейшем развитии ускорителя типа омнитрон, подробное описание которого было дано ранее. Сейчас окончательно решено, что инжектором будет служить каскадный генератор на 2 Мэв. Диапазон ускоряемых частиц по  $Z/A$  от 0,04 до 1. Энергия 1,4 Гэв для протонов, 0,3—0,5 Гэв/нуклон при ускорении тяжелых ионов до аргона и 15 Мэв/нуклон для более тяжелых ионов вплоть до урана  $U^{+41}$ . Интенсивность для ионов средних масс ( $A \leq 128$ ) будет составлять  $10^{12}$ — $10^{13}$  нуклон/сек. Накопительное кольцо располагается снаружи синхротрона. Вакуум  $p \approx 10^{-9}$  торр будет получаться с помощью жидкого гелия. Стоимость установки 25 млн. долл., срок строительства около 4 лет. По-видимому, финансирование начнется в ближайшем будущем. На омнитроне в основном будут проводиться медико-биологические эксперименты, в том числе раковая терапия, а также получение очень далеких элементов, в частности элемента с  $Z = 126$ ,  $A = 184$ .

Другая идея по использованию комбинации двух ускорителей для получения многозарядных ионов высокой энергии разрабатывается в Орсе (Франция). Проект предусматривает использование линейного ускорителя с последующей разгруппировкой пучка. Этот пучок тяжелых ионов с интенсивностью до 100 мка инжектируется затем в медианной плоскости в циклотрон и после дополнительной обдирки в центральной области (например,  $Kr^{+6} \rightarrow Kr^{+21}$ ) ускоряется в нем. Изготовление оборудования намечено закончить к середине 1967 г. Еще один проект циклотрона для ускорения многозарядных ионов изучается в Аргоннской национальной лаборатории. Предполагается создать циклотрон с диаметром полюса 432 см и трехсекторной структурой магнитного поля. Максимальная энергия ионов 14 Мэв/нуклон.

В заключение следует отметить, что изохронный циклотрон на энергию до 100 Мэв становится обязательным физическим прибором всех крупных лабораторий, занимающихся ядерной физикой низких энергий. В ближайшие 6—8 лет, по-видимому, будет построено несколько мезонных фабрик, с запуском которых в ядерной физике начнется новый этап: использование для физических исследований мегаваттных пучков заряженных частиц.

В. И. ДМИТРИЕВСКИЙ, В. В. КОЛЬГА

## Второе республиканское совещание по упорядочению атомов и его влиянию на свойства сплавов

Второе совещание по упорядочению атомов и его влиянию на свойства сплавов, проведенное в Киеве с 31 мая по 7 июня 1966 г., показало, что за четыре года, прошедшие со времени первого совещания, советскими металловедческими специалистами выполнено много интересных работ в области экспериментальных исследований упорядочивающихся сплавов и развития теории происходящих в них процессов.

На совещании, в работе которого участвовало 230 делегатов, было прочитано около 90 докладов, сгруппированных по темам: теория атомного упорядочения в сплавах, влияние различных факторов на упорядочение, влияние упорядочения на важнейшие свойства сплавов, экспериментальное измерение степени порядка в сплавах, кинетика упорядочения, а также пять обзорных докладов.

В. И. Иверова и А. А. Кацнельсон рассмотрели различные типы ближнего порядка: статистический ближний порядок, ближнее расслоение, ближний порядок в отдельных доменах и на дефектах решетки. В докладе обсуждалась связь ближнего порядка с некоторыми физическими свойствами сплавов. А. А. Смирнов рассказал о результатах последних работ, выполненных в Институте металлофизики АН УССР, по теоретическому исследованию процессов атомного и спинового упорядочения в сложных сплавах. Я. П. Селицкий проанализировал результаты исследований упорядочения в тройных сплавах с объемноцентрированными и гранцентрированными кубическими решетками. В докладе Л. И. Васильева и А. Н. Орлова кратко обсуждались основные представления о дислокациях и пластической деформации упорядочивающихся сплавов.

Большое внимание было уделено статистической

теории упорядочивающихся сплавов и теоретическому определению возможных структур упорядоченных фаз.

Были доложены результаты теоретических исследований по влиянию давления на упорядочение атомов в сплавах. Несколько докладов было посвящено явлениям на антифазных границах в упорядочивающихся сплавах.

При нейтронографических исследованиях сплавов Ni—Mn обнаружено появление тетрагональности решетки, а изучение сплавов Fe—Cr со стехиометрическим составом  $Fe_3Cr$  показало, что в них происходит сегрегация хрома. Нейтронографический метод применялся при изучении процесса упорядочения в сплаве  $Ni_3Fe$  с введенным изотопом  $Ni^{62}$ . Отмечалось упорядочивающее действие нейтронного облучения на сплав  $Ni_3Mn$ , а также влияние облучения на диффузионные процессы в упорядочивающихся сплавах.

В некоторых докладах рассмотрено влияние добавок молибдена и хрома на упорядочение в сплавах Fe—Al, влияние на упорядочение деформаций различного рода, а также влияние упорядочения на упрочнение, пластичность, напряжение разрушения некоторых сплавов ( $Ni_3Mn$ ,  $Ni_3Fe$ ), магнитную анизотропию, гистерезис, процессы намагничивания и на диффузию в сплавах, в частности на скорость проникновения водорода в сплавы Ni—Mn, Ni—Fe, Fe—Co.

Интерес вызвали сообщения о возможности использования мессбауэровского спектра для контроля процесса упорядочения, а также об электросопротивлении упорядоченных модулированных структур и кинетике упорядочения в сплавах Fe—Ni, Mo—Ni, Mg—Cd.

В. И. РЫЖКОВ, Б. И. НИКОЛИН