СОВЕЩАНИЕ ПО ДИФФУЗИИ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

9—12 мая 1955 г. в Киеве состоялось совещание по диффузии в металлах и сплавах, созванное Институтом металлофизики АН УССР и Технической секцией Учёного Совета при президенте АН СССР.

На совещании были заслушаны и обсуждены результаты исследований по теории диффузии атомов в сплавах, изучению диффузии в твёрдых растворах, связи параметров диффузии с величинами, характеризующими межатомную связь, разработке методов измерения параметров диффузии и упругостей паров компонентов в металлических сплавах, распределению компонентов в сплавах, диффузии при спекании металлических порошков и использованию явления диффузии в технологических процессах производства.

В совещании приняли участие учёные Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова, Днепропетровска, Свердловска, Сталино, Тбилиси, представители АН СССР, АН союзных республик и различных министерств СССР.

Всего на совещании заслушано 45 докладов и сообщений.

В своём вступительном слове Г. В. Курдюмов детально охарактеризовал состояние проблемы диффузии в металлических системах. Значение изучения диффузионных процессов определяется той ролью, которую играет подвижность атомов в сопротивлении деформированию при высоких температурах. Непосредственной характеристикой, отражающей сопротивление деформации при высоких температурах, является коэффициент диффузии, определяющий скорость диффузионных перемещений атомов. Коэффициент диффузии зависит не только от энергии активации (энергии связи), но также и от энергии связи и её производных через температуронезависящий множитель. Таким образом, коэффициент диффузии определяется комплеском характеристик прочности связи и зависит от особенностей структуры и механизма диффузионных перемещений.

В докладе А. А. Смирнова «Теория диффузии атомов в сплавах» (по работам М. А. Кривоглаза и А. А. Смирнова) изложены результаты теоретического исследования температурной и концентрационной зависимости коэффициента диффузии и влияния фазовых переходов, а также внедрённых атомов на процесс диффузии. Докладчик отметил, что, в отличие от распространённого взгляда, согласно которому коэффициент диффузии в сплавах экспоненциально зависит от обратной температуры $\frac{1}{T}$, микроскопическая теория диффузии приводит к выводу о наличии более сложной зависимости, которая может быть обнаружена при изучении диффузии в сплавах в достаточно широком интервале температур. При этом оказывается необходимым характеризовать диффузию не одной постоянной энергией активации, а вводить эффективную энергию активации для разных температурных интервалов.

Характерные особенности кривых температурной зависимости должны иметь место при переходе в упорядоченное состояние. Если упорядочение

является фазовым переходом 2-го рода, то на кривой зависимости $\ln D$ от $\frac{1}{T}$ должен иметь место излом при температуре перехода T_0. Если же указанный переход является фазовым переходом 1-рода, то при $T = T_0$ скачком изменяется не только эффективная энергия активации, но и сам коэффициент диффузии. На концентрационной кривой коэффициента диффузии также должны встречаться скачки и изломы при тех составах, когда сплав переходит в упорядоченное состояние (в случае $T = \text{const}$).

Теория позволяет также объяснить иногда наблюдаемое сильное влияние малого количества примеси на коэффициент диффузии и на параметры диффузии. Если известны энергии взаимодействий атомов в сплаве, то оказывается возможным предсказать характер влияния примеси на коэффициент диффузии.

Разработанная теория влияния внедрённых атомов на самодиффузию металла позволяет объяснить, в частности, влияние примеси небольшого количества углерода к гамма-железу на уменьшение энергии активации и предэкспоненциального множителя при самодиффузии железа, наблюдённое в опытах П. Л. Грузина, Ю. В. Корнева и Г. В. Курдюмова.

Доклад П. Л. Грузина был посвящён вопросу «Изучение диффузии и самодиффузии в металлах и сплавах» и излагал результаты работ коллектива сотрудников. Результаты изучения самодиффузии в ряде металлов (серебре, железе, кобальте, хроме, титане и тантале) позволили проверить соотношения между энергией активации самодиффузии и теплотой сублимации, температурой плавления и коэффициентом линейного расширения.

Введение углерода в железо и в сплавы железо — никель, железо — хром и кобальт — никель — хром приводит к существенному ускорению процесса диффузии и к уменьшению его параметров. Введение же хрома в железо, никель и в сплавы железо — никель при определённых концентрациях увеличивает параметры диффузии. На некоторых сплавах показано, что наличие возникающих в результате фазовых превращений поверхностей раздела внутри зёрен может ускорять процесс диффузии. Особенно чётко этот эффект выявляется при диффузии в стали и в железных сплавах, в которых протекает фазовое превращение мартенситного типа.

В докладе было отмечено, что процессы плавления и рекристаллизации характеризуются определёнными уровнями диффузионной подвижности.

Доклад С. Т. Кишкина был посвящён изучению диффузионного механизма влияния активных сред на свойства металлов. В области высоких температур диффузионная подвижность атомов в сплавах приводит к локальным изменениям химического состава, что приводит к нарушению прочности сплавов при длительном действии статической нагрузки. Возникший локальный характер разрушения развивается на второй и третьей стадиях ползучести.

Докладчик, далее, подробно остановился на механизме проникновения жидких металлов вглубь твёрдого образца. С помощью авторадиографии обнаружено, что, например, олово интенсивно диффундирует в никель по границам зёрен и гораздо медленнее в объёме зерна. Бор существенно замедляет диффузию олова по границам зёрен в никеле: при 700° С коэффициент диффузии уменьшается с $0{,}46 \cdot 10^{-11}$ до $0{,}52 \cdot 10^{-12}$ *см²/сек*. Характерно, что бор замедляет также диффузию олова в объёме зерна. Можно предположить, что бор существенно улучшает строение границ зёрен. В соответствии с этим находится увеличение, при добавке бора, жаропрочности никелевых и железных сплавов как в воздушной среде, так и при контакте с жидким металлом.

При 700° С коэффициент диффузии олова в никеле по границам зёрен примерно в 100 раз больше, чем в зёрнах, при 800° С — в 10 раз, а при 1000° С — всего лишь в 1,5 раза. Повидимому, с увеличением температуры и диффузионной подвижности атомов уменьшается различие в строении кристаллической решётки зёрен и пограничных областей.

С. З. Бокштейн прочитал доклад о распределении и диффузии компонентов в объёме и по границам зёрен металлических сплавов. При изучении методом авторадиографии распределения элементов и примесей в железных и никелевых сплавах обнаружена большая химическая неоднородность в пределах одной фазы и отдельных элементов структуры. Так, в никеле на границах зёрен и в междендритных участках находится молибден, ниобий, цирконий, примеси олова, сурьмы и церия. Внутри зёрен железо и вольфрам.

При термической обработке идут процессы перераспределения элементов. Скорость этих процессов зависит от строения сплава, диффузионной подвижности и исходного состояния сплава. При длительных отжигах сплава вместо нормального процесса гомогенизации наблюдается гетерогенизация сплава. Неравномерное распределение элементов в сплаве связано с особенностями строения поликристаллических тел. Существенное значение имеет вопрос о поверхностях раздела в металлах, в частности состояние границ зёрен и характер диффузионной подвижности в этих областях. Однако вопрос этот мало изучен. Автор изучал перемещения олова в никель, кобальт, медь и олово, а также диффузию углерода в α-железо. Оказалось, что диффузия идёт преимущественно по границам зерна, причём такой характер диффузии постепенно исчезает с повышением температуры. Для диффузии олова в никель (700—1000°) получены следующие величины энергии активации: 52 000 *кал/м* для диффузии в объёме и 21 000 *кал/м* для диффузии по границам зерна. Большая скорость диффузии по границам зерна, повидимому, объясняется повышенной концентрацией вакансий.

Этому же вопросу был посвящён доклад Б. А. Мовчана и В. Н. Свечникова «О равновесной химической неоднородности в сплавах при высоких температурах». Опытами установлено, что в цветных сплавах, приготовленных из технически чистых компонентов, а также в легированных сталях при высокотемпературном нагреве происходит обогащение некоторыми элементами пограничных зон зёрен и других областей искажённой кристаллической структуры. Это явление имеет место в твёрдой фазе ниже линии солидуса (~200° С) и при значительном повышении температуры сопровождается оплавлением этих участков. При последующем охлаждении сплавов равновесная химическая неоднородность, имеющая место при высоких температурах, способствует развитию фазовой неоднородности. Оба указанные фактора приводят к хрупкому разрушению сплава.

М. П. Желдак сообщил об изучении распределения серы и фосфора в литых трубах методом макрорадиографии.

С. С. Носырева и А. М. Полякова рассказали о применении радиоактивного изотопа серы-35 для изучения причин возникновения камневидного излома в конструкционных сталях. Применение изотопов дало возможность изучить поведение сульфидов и их распределение в зависимости от термической обработки и скорости охлаждения после перегрева. Последний фактор сильно влияет на образование камневидного излома в конструкционной стали.

Ряд докладов был посвящён методам измерения коэффициентов диффузии и упругости пара компонентов в сплавах.

В докладе Л. И. Иванова, И. С. Куликова и М. П. Матвеевой сообщено о разработанном ими новом методе изучения диффузии, основанном на изучении скорости изотопного обмена между двумя образцами сплава одинакового состава, протекающего в закрытой высоковакуумной камере. В первый период времени скорость реакции определяется испарением, а затем на скорость изотопного обмена начинает влиять самодиффузия меченого компонента в радиоактивном образце. По кинетической кривой накопления активности на неактивном образце можно рассчитать упругость пара и коэффициент диффузии.

Таким путём изучена температурная зависимость упругости пара и коэффициента диффузии для чистого железа. Полученные данные весьма близки к литературным.

Ю. В. Корнев сообщил о методике измерения упругости пара металлов, основанной на измерении скорости истечения насыщенного пара через малое отверстие в высокий вакуум. Для этой цели в качестве индикаторов применялись радиоактивные изотопы. Таким способом определены тепло́ты сублимации для ряда металлов; результаты совпадают с литературными данными.

С. Н. Крюков и А. А. Жуховицкий в своём докладе сообщили о методе одновременного измерения диффузионных и термодинамических характеристик сплавов с применением радиоактивных изотопов. Метод основан на изучении процесса обмена между двумя твёрдыми растворами в вакууме. Теория приводит к зависимости интегральной активности акцептора от времени отжига. При малых временах эта зависимость пропорциональна времени, а при больших временах корню квадратному из времени. Метод проверен на примере серебра и дал хорошие результаты.

М. Е. Яницкая и А. А. Жуховицкий сообщили также о методе определения термодинамических характеристик растворов, в котором измерением диффузионного потока от образца определяется величина, пропорциональная упругости пара. Таким способом определена теплота испарения для серебра и термодинамическая активность для сплавов серебро — золото. Данные хорошо совпадают с литературными.

Как известно, существующие методы определения коэффициентов диффузии с помощью радиоактивных индикаторов делятся на две группы: а) методы, связанные с нарушением целостности изучаемого образца (снятие слоёв, авторадиография) и б) методы, не связанные с разрушением образца.

Ряд докладов на совещании был посвящён указанным методам. В докладе М. А. Студниц излагалась новая методика измерения коэффициентов диффузии, основанная на методе авторадиографии и позволяющая раздельно определить коэффициент диффузии в объёме и по границам зерна, без нанесения слоя на поверхность образца. Ошибка в определении коэффициентов диффузии составляет 20 — 30 %.

В. А. Геодакян и А. А. Жуховицкий рассказали о новом методе «отпечатка» для измерения малых коэффициентов диффузии с применением радиоактивных изотопов. Метод основан на измерении концентрации на поверхности образца при помощи «отпечатка». Время диффузионного отжига сокращается в 1000 раз по сравнению с методикой «снятия слоёв».

Б. Т. Борисов, В. И. Голиков и Б. Я. Любов в докладе «О некоторых адсорбционных методах изучения диффузии в металлах» коснулись задачи изучения диффузии по границам зёрен. Была разработана новая схема решения задачи, отличающаяся от схемы Фишера, в которой необходимо знание толщины пограничного между зёрнами слоя.

В докладе П. Л. Грузина «К вопросу о методах изучения диффузии в твёрдых телах, основанных на применении изотопов» были рассмотрены методики, относящиеся к вышеуказанным двум группам, и на основании их анализа сделан вывод о том, что наиболее достоверные результаты получаются путём непосредственного измерения интегральной активности образца при снятии с него тонких слоёв. Предлагается также метод, основанный на определении отношения интенсивности излучения двух составляющих, одна из которых играет роль «свидетеля».

Доклад М. А. Криштал был посвящён металлографическому методу определения коэффициента диффузии углерода и самодиффузии железа в железных фазах. Метод основан на изучении кинетики обезуглероживания белых чугунов в атмосфере водорода при высокой температуре. Металлографически контролировалась толщина слоя аустенита. Определены коэффициенты диффузии углерода в гамма-фазе. Отклонение от данных Велза и Мейля составило 10 — 12 %. Исследовалось также влияние легирующих

добавок на коэффициент диффузии углерода в гамма-фазе. Для диффузии углерода в феррите теплота активации оказалась равной 32 000 *кал/м*. Коэффициенты самодиффузии железа в гамма-фазе оказались на 3 — 4 порядка больше данных, полученных по методу радиоактивных изотопов.

С. Д. Герцрикен и В. Г. Лозовик сделали доклад на тему «О некоторых задачах диффузии». Рассмотрены некоторые случаи диффузии, например конечного слоя в полуограниченный образец, и предложены некоторые способы обработки экспериментальных данных. Составлены таблицы, позволяющие прочесть значение коэфф циента диффузии по экспериментально найденным концентрациям, или количествам диффундирующего вещества.

С докладом «О механизме диффузии в металлах в твёрдом состоянии» выступил И. Л. Миркин. Теория механизма диффузии с помощью вакансий должна учитывать, что 1) энергия образования дефекта в решётке включает также изменение состояния в некотором, окружающем вакансию, объёме и 2) перемещение в решётке является результатом кооперированного движения нескольких ближайших атомов. Группу атомов с изменённым взаимным расположением и пониженной плотностью можно уподобить участку «жидкости» внутри твёрдого тела. Эту группу можно назвать «релаксией». Можно показать, что отношение коэффициентов диффузии в твёрдом и жидком состоянии при данной температуре есть доля общего числа атомов, участвующих в релаксиях, при этой температуре. Оказалось, что изменение объёма для создания релаксии, вычисленное из данных по самодиффузии, оказывается близким к изменению объёма при плавлении металла. При этом с увеличением внешнего гидростатического давления до 12 000 атмосфер обе величины уменьшаются совершенно одинаково. Общий вывод заключается в том, что процесс диффузии является следствием кооперативного перемещения группы атомов, последовательно переходящих в состояние, аналогичное жидкому. Эта идея должна способствовать дальнейшему углублённому изучению природы твёрдого металла и его свойств.

На совещании были заслушаны доклады, в которых излагались результаты общих исследований диффузии в сплавах и химических соединениях.

С. Д. Герцрикен и И. Я. Дехтяр доложили о результатах изучения диффузии кобальта в некоторых его сплавах. Исследованию подвергались сплавы системы кобальт—алюминий, кобальт—железо и кобальт—никель—марганец. В докладе приведены данные, показывающие, что чем больше энергия межатомной связи, тем больше энергия активации диффузии кобальта в кобальт-алюминиевых сплавах. В этой системе энергия активации возрастает до ~50 атомн. % Al, а затем резко падает, что объясняется наличием большого избыточного числа структурных вакансий.

Для сплава Co + Fe (50 %) наблюдается резкое возрастание коэффициента диффузии при переходе из γ- в α-область. Энергия активации для этого сплава оказалась меньше энергии активации самодиффузии чистых компонентов. Это объясняется уменьшением для этого сплава коэффициента заполнения d-вакансий, что обусловливает уменьшение энергии связи.

И. Н. Францевич и Д. Ф. Калинович рассказали о переносе углерода в гамма-железе под влиянием постоянного тока с использованием радиоактивных изотопов. Экспериментально было доказано, в противоположность мнению Дракина, что весь углерод, растворённый в γ-железе, принимает участие в электропереносе, что указывает на отсутствие в сплаве неионизированных атомов углерода.

Косвенным путём показано участие в переносе электричества к аноду ионов железа.

Вопросу о влиянии компонентов сплава на константы диффузии был посвящён доклад Б. М. Носкова. Исходя из собственных и литературных данных по изучению диффузии в сплавах на основе железа, кобальта и никеля, докладчик пришёл к выводу, что энергия активации находится

в функциональной связи с энергией связи кристаллической решётки. Полученные данные указывают на то, что марганец и хром увеличивают энергию межатомных связей в решётке железа, а углерод уменьшает. В некоторых случаях действие компонентов сплава можно рассматривать как аддитивное. Так, усиливающее действие хрома на межатомные связи в железе может в какой-то мере компенсироваться ослабляющим действием углерода.

Имеющиеся экспериментальные данные кажутся недостаточными для количественной теории взаимодействия атомов в сплаве. Качественно можно предположить, что один атом отдаёт часть своих электронов другому атому переходного элемента, причём атом-донор может взаимодействовать со многими атомами ближайшего окружения. Изменение энергии активации при увеличении концентрации легирующего элемента рассматривается в связи с изменением соотношения разноимённых и одноимённых связей.

Докладчик считает целесообразным изучение концентрационной зависимости самодиффузии в различных системах в широком интервале концентраций в отсутствии градиента концентрации.

П. Л. Грузин и Г. Б. Фёдоров рассказали о работе по изучению диффузии хрома в твёрдых растворах никеля. Обнаружено, что добавка к никелю 20 % хрома существенно замедляет диффузию хрома в области температур ниже 900°, а энергия активации увеличивается на 20%. Добавка к нихрому 2,5% титана приводит к дальнейшему увеличению энергии активации диффузии хрома. Полученные данные находятся в соответствии с результатами изучения межатомного взаимодействия в сплавах Г. В. Курдюмовым и Н. Т. Травиной.

Выступление М. Г. Лозинского было посвящено влиянию сжимающих напряжений на скорость диффузии углерода в альфа- и гамма-железе. Проведённые опыты позволили обнаружить уменьшение ширины зоны диффузии углерода из стали (1,48% C) в армко-железо по мере увеличения сжимающих напряжений (0,15, 1,5 и 15 *кг/мм*^{2}).

Б. М. Носков, Е. В. Кузнецов и Г. В. Щербединский выступали с сообщением о влиянии внутризёренных границ раздела на коэффициент самодиффузии железа в сплавах железо — никель — углерод. Исследование проводилось с образцами сплава Fe + 25% Ni + 0,9% C. Предварительные опыты показали, что границы мартенситных кристаллов сохраняются при температурах выше точки превращения мартенсита в аустенит. Эти границы могут явиться путями ускоренной диффузии. Полученные данные указывают на то, что при 900 — 1000° коэффициент диффузии Fe возрастает примерно в 2 — 3 раза.

И. Я. Дехтяр сделал сообщение на тему «Влияние концентрации третьего элемента на процесс диффузии марганца в сплавах никель—марганец». Исследованию подвергались сплавы никель—марганец с различным содержанием меди, кремния, титана и олова, с применением для изучения диффузии марганца методики испарения в вакууме. Показано, что допущение монотонной зависимости энергии активации от небольших концентраций легирующих элементов не всегда имеет место. При 8 атомн. % Si, 4 атомн. % Sn и 2 атомн. % Ti в соответствующих системах обнаружены максимумы на кривых зависимости энергии активации от концентрации третьего элемента. Для сплавов Ni — Mn — Si максимуму энергии активации диффузии марганца соответствует минимум на кривой изменения параметра решётки в зависимости от концентрации кремния. Для сплавов Ni — Mn — Sn максимуму энергии активации соответствует минимум в изменении гальвано-магнитного эффекта в зависимости от содержания олова. Высказывается предположение о том, что изменение энергии активации, а также и других характеристик обусловлено изменением структурного состояния сплава, связанным с образованием некоторых областей ближнего порядка.

С. Д. Герцрикен сделал сообщение на тему «Определение параметров дыркообразования». Энергия дыркообразования для чистых металлов

определялась из кривых зависимости коэффициента расширения или электросопротивления от температуры в широком интервале. Для Al, Ag, Sn и Cu энергия дыркообразования составляет примерно одну треть от энергии активации самодиффузии.

А. Г. Лесник и Н. П. Плотникова выступили с сообщением о влиянии термообработки на диффузию хрома в железо-хромовых сплавах.

Диффузия в сплавах с содержанием хрома (до 24%) изучалась методом испарения в вакууме в области температур 980 — 1100° С. Показано, что энергия активации диффузии хрома растёт со временем предварительного отжига сплавов при 1200° С, достигая некоторого максимального значения. Этот эффект объясняется возможностью протекания при 12 000° С процесса ближнего упорядочения.

А. Я. Шиняев в своём выступлении рассказал о диффузии железа в железо-никелевых и железо-молибденовых сплавах. Энергия активации диффузии для твёрдого раствора меняется непрерывно с изменением концентрации. При наличии химического соединения (для сплавов Fe — Mo) энергия активации приобретает максимальное значение.

Ф. А. Санталов рассказал о процессе порообразования при отгонке летучего компонента из твёрдых растворов. Изучались сплавы Ag — Zn, Ag — Cd с добавками 0,2% олова или свинца. Цинк или кадмий подвергался отгонке при 650° С и давлении 10^{-4} *мм* рт. ст. Исследование показало, что олово понижает скорость отгонки цинка из серебряно-цинкового сплава, а также общую пористость. В обратном направлении действует добавка олова в серебряно-кадмиевых сплавах. Свинец понижает скорость отгонки цинка и кадмия из сплавов на основе серебра и понижает общую пористость образца. В связи с пористостью и сжатием образца указывалось на то, что эти явления нельзя игнорировать при изучении диффузии методом испарения в вакууме.

Выступая по этому вопросу, И. Я. Дехтяр отметил, что вопрос о порообразовании изучен в ряде обширных исследований. В частности, в работе Балуффи приведены данные, показывающие связь порообразования с механизмом диффузии при помощи вакансий и что коэффициенты диффузии, измеренные различными методами для одних и тех же объектов, колеблются в пределах 10—20%. Убедительно показано, что порообразование — явление, сопутствующее диффузионному процессу при самых различных способах исследования, и не является характерным только для метода испарения в вакууме.

Ф. Н. Тавадзе и Е. С. Картозия в своём выступлении по вопросу о диффузии магния в железе и его сплавах отметили важность изучения диффузии элементов, считающихся нерастворимыми в железе, с целью получения сплавов с новыми свойствами (магниевый чугун).

Ряд докладов был посвящён изучению диффузионных процессов при спекании металлов.

И. М. Федорченко сделал доклад на тему: «К вопросу о поверхностной диффузии при нагреве металлических порошков». Спекание контактирующих частиц рассматривается в связи с процессами диффузии, идущими в поверхностных слоях. Изменение удельной поверхности порошка непосредственно связано с коэффициентом поверхностной диффузии. Обработка экспериментальных данных для железного порошка при помощи полученной формулы показала, что энергия активации процесса перестройки поверхностного слоя частиц равна 16 000 *кал/грамм-атом*, что в несколько раз меньше энергии активации объёмной диффузии.

В докладе Я. Е. Гегузина «О спекании смесей металлических порошков (Cu — Ni)» предложены формулы, описывающие концентрационную зависимость линейной усадки прессовок. Обсуждается температурная и временна́я зависимости линейной усадки, обусловленной диффузионным процессом.

В другом сообщении Я. Е. Гегузин рассказал об исследовании ранней стадии диффузионного крипа в связи с кинетикой снятия искажений.

Установлена связь между кинетикой удлинения нитей из сплавов свинца с оловом, подверженных различной степени деформации, с кинетикой снятия искажений.

Р. И. Гарбер, В. М. Михайловский и Л. М. Поляков доложили об исследовании прочности соединения металлических блоков путём припекания. Показано, что определяющим условием образования прочного соединения является давление на поверхность контакта.

Сообщение Я. Е. Гегузина и М. Н. Овчаренко было посвящено изучению процессов, происходящих на поверхности и в приповерхностном слое металла при высокой температуре в вакууме. Описан процесс возникновения шероховатости на поверхности шлифа и высказано предположение о зародышевом механизме его образования.

И. М. Чопорова рассказала о результатах исследования диффузии вольфрама в карбиде титана в смеси порошков карбидов вольфрама и титана. Определены параметры диффузии вольфрама в карбид титана в смеси порошков (по методу С. Д. Герцрикена и М. А. Файнгольда).

Ряд докладов был посвящён вопросу применения радиоактивных изотопов для изучения технологических процессов производства, а также использованию диффузионных процессов в промышленности.

Г. А. Блох, В. Я. Демидионова, Г. И. Миклухин, И. И. Кухтенко, А. Ф. Рекашова, Р. В. Никулина, М. П. Пржебыльский, С. Б. Калика, Г. И. Лаевская, Э. Цыпенюк, Е. Резниченко доложили об исследовании диффузионных процессов в резиновом производстве методом радиоактивных изотопов. Т. А. Потапова сообщила о диффузии Са-45 в нефелиновый концентрат и влиянии на неё малых добавок щёлочных и фторсодержащих соединений. Р. И. Мишкевич рассказал о низкотемпературном азотировании конструкционной легированной стали. Я. П. Алёшин сделал сообщение: «Новое в технологии силицирования стали». М. В. Лавров и А. А. Ладыгина сообщили о термодиффузионном хромировании некоторых марок хромоникель-вольфрамовой стали и высокопрочного сложнолегированного феррита. А. И. Чижиков рассказал о скорости выравнивания концентрации некоторых элементов в ванне мартеновской печи.

В решении, принятом Совещанием, отмечается, что в области изучения диффузии и межатомного взаимодействия достигнут ряд успехов, но много вопросов ещё не нашло должного места в исследованиях. Сюда относятся в первую очередь изучение диффузии в тугоплавких системах и в жидких металлах, выяснение механизма атомных перемещений в металлах, использование методов авторадиографии и рентгеноспектрографии для исследования химической неоднородности в сплавах, вопросы теории диффузии.

Отмечая плодотворность направления работ различных участников, Совещание обратило внимание на недостаточное применение результатов исследования диффузии для рационализации ряда технологических процессов в производстве, для конкретных задач металлофизики.

И. Я. Дехтяр

Успехи физических наук, т. LVII, вып. 3.
Редакторы *Г. В. Розенберг* и *В. А. Угаров*.
Техн. редактор *С. С. Гаврилов*. Корректор *Г. Г. Желтова*.

Сдано в набор 22/IX 1955 г. Подписано к печати 21/XI 1955 г. Бумага 60×92¹/₁₆
Физ. печ. л. 11,0 + 2 вклейки. Условн. печ. л. 12,12. Уч.-изд л. 11,58. Тираж 5575 экз.
Т-08426. Цена 8 руб. Заказ. № 444

Государственное издательство технико-теоретической литературы,
Москва, В-71, Б. Калужская, 15.

Министерство культуры СССР. Главное управление полиграфической промышленности
13-я типография. Москва, Гарднеровский пер., 1а.