

## Всесоюзное совещание по термодинамике металлических сплавов

В сентябре 1969 г. в Киеве состоялось II Всесоюзное совещание по термодинамике металлических сплавов, в котором приняло участие около 200 специалистов. Было заслушано и обсуждено около 100 докладов, посвященных экспериментальному исследованию термодинамических свойств металлических сплавов, полупроводников и металлоподобных тугоплавких соединений, а также теоретическим и методическим вопросам.

В обзорных докладах были рассмотрены использование калориметрических методов в термодинамике сплавов (Б. М. Могутнов), современное состояние исследований термодинамических свойств сплавов редкоземельных металлов (А. П. Байнов), данные о растворимости тугоплавких металлов в жидких непереходных металлах (С. П. Яценко).

Большое внимание было уделено исследованиям термодинамических свойств жидких металлических сплавов методом э. д. с., в частности можно отметить доклады В. А. Лебедева, И. Ф. Ничкова и С. П. Распошина и др. о результатах изучения термодинамических свойств сплавов лантана, церия, марганца и урана с цинком, бериллия с алюминием, иттрия, лантана и церия с висмутом.

Значительная группа докладов была посвящена изучению термодинамических свойств сплавов в твердом состоянии. Это прежде всего доклады О. С. Иванова и Ю. В. Вамберского по сплавам системы U — Mo, В. И. Пяткова — о соединении UBe<sub>13</sub> и А. А. Вечера и др. — о результатах исследования сплавов Ti, V, Cr и Mn с алюминием.

Большой интерес участников совещания вызвал обзорный доклад В. А. Гейдериха о некоторых закономерностях термодинамических свойств металлических фаз в сплавах переходных элементов, а также доклады, относящиеся к изучению испарения тугоплавких карбидов циркония, ниобия, тантала, вольфрама, урана, силицидов хрома, нитрида ниобия и к использованию метода Ленгмюра для исследования термодинамических свойств тугоплавких соединений. Результаты измерений энтальпии и теплоемкости тугоплавких карбидов и силицидов при высоких температурах (до 2000—3000° К) докладывались А. Г. Турчаниным и В. П. Бондаренко.

На совещании обсуждались вопросы, связанные с диффузией и процессами испарения чистых металлов и сплавов. Здесь могут быть упомянуты доклады Р. А. Андреевского и В. Т. Борисова, в которых методы термодинамики необратимых процессов использовались для анализа диффузионных и диффузионно-контролируемых явлений в фазах внедрения и многокомпонентных металлических сплавах, доклад С. Н. Крюкова об атомных скоростях диффузии и испарения многих химических элементов, доклад Ю. А. Приселкова о сложных явлениях, наблюдающихся при испарении металлов и сплавов, а также доклады, посвященные экспериментальному определению давления пара Fe, Co, Cu, Ag, W и Mo при высоких температурах.

В целом работа совещания показала широкое развитие исследований в области термодинамики сплавов.

Доклады, заслушанные на совещании, будут опубликованы в «журнале физической химии».

Г. М. ЛУКАШЕНКО

## IV Международный съезд по порошковой металлургии

Все большее количество металлокерамических материалов находит широкое применение в атомной промышленности в виде дисперсно-упрочненных композиций керметов, дисперсионных композиций для твэлов, поглощающих и регулирующих стержней, отражателей и замедлителей ядерных реакторов.

В связи с этим большой интерес представляет IV Международный съезд по порошковой металлургии, проходивший в сентябре 1969 г. в Дрездене. В работе съезда принимало участие около 275 делегатов из 18 стран. Было доложено шесть основных обзорных докладов и 42 кратких сообщения, по которым проводились дискуссии.

Доклады и сообщения, представленные на съезде, можно сгруппировать по следующим основным направлениям: 1) новые методы получения и исследования структур порошков; 2) исследования процессов уплотнения порошков при прессовании и расчеты работы уплотнения; 3) теоретические предпосылки и экспериментальные исследования процессов спекания; 4) создание новых высокотемпературных материалов со специальными структурами, материалов для электротехники и изучение их свойств; 5) теоретические аспекты дисперсионного упрочнения и изучение свойств дисперсно-упрочненных композиций на основе алюминия, серебра и никеля. Несколько докладов было посвящено вопросам получения сталей методом порошковой металлургии, конструкционных материалов, а также изуче-

нию фрикционных свойств материалов на основе композиции железа — графит.

С докладом по изучению свойств металлических порошков выступил Г. Хаузнер (США), который подробно изложил новые методики по изучению различных свойств порошков и обосновал их необходимость. Интересным дополнением явилось сообщение Х. Фридриха (ФРГ) о проблемах, возникающих при определении размера частиц порошков, имеющих неправильную форму. Были изложены новые методы и аппаратура для определения среднего размера частиц порошков, измерения их поверхности и гранулометрического состава. Г. Бокштигель (Швеция) и А. Мерц (ГДР) привели данные по расчету величины энергии и работы прессования при холодном изостатическом прессовании порошков металлов. Показано, что для получения беспористых прессовок эта работа должна быть бесконечно велика.

Интересное сообщение о процессах, происходящих при холодном прессовании полидисперсных порошков, было сделано Д. Деличем (Югославия) на примере двуокиси урана. Порошки были получены различными методами восстановления и отличались крупностью частиц: средний размер зерен для каждой из партий порошка составлял 26,4; 12,3 и 5,6 мкм. Расчеты работы прессования для каждого из видов порошков показывают, что общая работа прессования тем выше, чем больше степень дисперсности порошков, и что



30% этой работы (в области давлений до  $3000 \text{ кг/см}^2$ ) идет на разрушение конгломератов и преодоление внутреннего трения между частицами. М. Ковальченко (СССР) привел математический анализ процесса вакуумного горячего прессования порошков металлов и тугоплавких соединений.

Наибольшее число сообщений было посвящено теоретическим и экспериментальным работам по исследованию процессов спекания металлов и неметаллических соединений. Обзорный доклад по этим вопросам «Современные представления о процессах спекания» был сделан И. Федорченко (СССР). Отмечено, что важной особенностью современного уровня теории спекания является переход от чисто диффузионных представлений о природе спекания, базирующихся на закономерностях процесса диффузии в беспористых равновесных телах, к дислокационным представлениям, учитывающим роль дефектов кристаллического строения (дислокаций, вакансий, междоузельных атомов). Показано, что на современном этапе разработки проблемы спекания порошковых материалов центральными вопросами являются механизм переноса вещества и природа активности самого процесса. В докладе приводятся экспериментальные и теоретические разработки, в частности рассматриваются вопросы, изложенные в работах Я. Гегузина по механизму «самопроизвольного» залечивания пор в кристаллических телах диффузионным растворением и диффузионно-вязким течением, а также по залечиванию пор под давлением и по ориентированной самодиффузии в дефектных структурах, приводящей к расширению зоны с повышенной пористостью за счет направленного потока атомов из менее пористого объекта в более пористые. Обращено внимание на возможность выравнивания дефектности структуры в порошковых смесях из дефектных и недефектных частиц в результате ориентированных диффузионных потоков вакансий и отдельных атомов.

В докладе И. Федорченко приведены работы В. Скорохода по выявлению влияния дислокационного механизма на кинетику уплотнения порошковых тел в процессе спекания. Подробно анализируются процессы роста контактных участков в процессе спекания как для одно-, так и для многокомпонентных систем, а также дается феноменологическое описание кинетики уплотнения при спекании всего брикета в целом, в отличие от Френкеля, рассматривавшего задачу заплывания лишь отдельной поры. Феноменологическое описание процесса уплотнения позволяет свести изучение кинетики процесса спекания к исследованию зависимости коэффициента вязкости от температуры, напряжения, времени, типа дефектов кристаллического строения, процессов гетеродиффузии и пр. Отмечено дальнейшее развитие работ по активированию процессов спекания и влиянию на этот процесс образования и взаимодействия дефектов кристаллической структуры поверхностного слоя частиц.

Теоретические аспекты процесса спекания подробно излагались также в сообщениях Е. Йовановича (Югославия), В. Миссоля (Польша), П. Кислого (СССР).

Вопросами исследования процессов спекания мелкодисперсных сфероидальных частиц серебра, наблюдае-

мых под электронным микроскопом, посвящен доклад Г. Гезнигера (ФРГ). В отдельных сообщениях приведены результаты исследования кинетики спекания порошков молибдена, сплавов вольфрама — рений, латуни и других материалов. В сообщении В. Шатта (ГДР) представлены интересные исследования по влиянию на начальную стадию спекания ориентировки исходных монокристаллических частиц. Моделью служили медные шарики и медная плита. Показано, что образование шейки на поверхностях (111) происходит быстрее, чем на (100), причем максимальная скорость образования шейки на этих поверхностях достигается при кристаллографической разориентировке  $22,5-38^\circ$ .

В. Петрович и М. Стеванович (Югославия) на примере спекания двуокиси урана провели феноменологический анализ явления концентрического спирального роста в спеченных материалах, основанный на исследовании микроструктуры окиси урана при помощи электронного микроскопа.

В. Рутковский (Польша) изложил некоторые технологические особенности изготовления образцов сплавов ниобий — олово методом порошковой металлургии на основании изучения влияния давления прессования, температуры, времени спекания и содержания олова на плотность, усадку, твердость спеченных образцов, а также на образование и стабильность фазы  $\text{Nb}_3\text{Sn}$ .

В докладе И. Францевича (СССР) «Материалы порошковой металлургии для электротехники» изложены основные результаты исследований, проведенных в Институте проблем материаловедения АН УССР, по созданию новых металлокерамических материалов со специальными свойствами: для электроконтактов — на основе двойных и тройных сплавов  $\text{Ag} - \text{Ni} - \text{Pd}$ , псевдосплавов, металл-карбидных, металл-окисных и металл-боридных композиций; для высокотемпературных термопар — на основе карбидов, боридов и силицидов молибдена и циркония; катодов — на основе карбида титана и гексаборида лантана, термоэлектронных преобразователей, токосъемников, магнитотвердых материалов со специальными структурами и других.

Большое внимание было уделено высокотемпературным материалам на основе карбидов, нитридов тугоплавких металлов и, в частности, вопросам получения, исследования свойств и применения твердых сплавов. Обзорный доклад по этому вопросу был сделан А. Мерцем (ГДР), в котором были изложены пути развития твердосплавной промышленности в ГДР.

Были отражены также вопросы дисперсионного упрочнения металлокерамических материалов на основе алюминия, серебра и никеля различными окислами. С докладом «Дисперсионное упрочнение в порошковой металлургии», посвященным теоретическому рассмотрению механизма упрочнения, выступил В. Шатт (ГДР), продолживший работы Айзенкольба.

Все сообщения, представленные на съезд, опубликованы в специальном сборнике. Обзорные доклады советских ученых будут опубликованы в журнале «Порошковая металлургия» за 1970 г.

А. Ф. ИСЛАНКИНА