

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

006.3:548 + 539

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ДИСЛОКАЦИЯМ  
И МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ КРИСТАЛЛОВ**

С 12 по 16 мая 1964 г. в г. Одессе проходила конференция, посвященная обсуждению проблем, связанных с движением дислокаций в кристаллах. В работе конференции принимали участие более 300 представителей ведущих научных учреждений Академии наук СССР, Академий наук союзных республик, Государственных комитетов и высших учебных заведений (всего из 81 организации 28 городов Советского Союза). Было заслушано и обсуждено 37 докладов на следующие темы:

1. Подвижность дислокаций в кристаллах.
2. Теоретические вопросы движения дислокаций.
3. Влияние внешних полей и примесей на подвижность дислокаций в кристаллах.
4. Закономерности размножения и движения дислокаций в различных условиях деформирования.
5. Взаимодействие дислокаций с границами блоков и двойников, двойникоустые дислокации.
6. Роль движения дислокаций в процессах ползучести, релаксации и разрушения.
7. Неконсервативное движение дислокаций.

По первой теме на открытии конференции с обстоятельным обзорным докладом выступил сотрудник Ленинградского физико-технического института Э. М. Н а д г о р н ы й. Он показал, что в настоящее время развитие экспериментальных методов выявления дислокаций в кристаллах позволяет получать количественные данные о законах движения дислокаций. Сопоставление экспериментальных данных с предсказаниями теории указывает в значительной мере на несовершенство теории. Количественных результатов по измерению скорости движения дислокаций, однако, очень мало. Исследованы только NaCl, LiF, Ge, MgO, Fe — Si.

Второй доклад, сделанный сотрудницей Института кристаллографии АН СССР А. А. У р у с о в с к о й по ее совместной работе с Тягаараджаном (стажер Института физики твердого тела в Дели), дополнил сведения о скорости движения дислокаций количественными измерениями скорости движения краевых дислокаций в кристаллах GJ от приложенного напряжения. Измерены скальвающие напряжения, необходимые для возникновения дислокаций в этих кристаллах ( $2000 \text{ Г/мм}^2$ ), для начала их движения ( $1 \text{ Г/мм}^2$ ) и размножения ( $3 - 4 \text{ Г/мм}^2$ ). В этой работе путем послойного химического травления образцов построена форма дислокационных линий, приобретаемая в процессе их перемещения. Показано торможение линий примесями и участками поперечного скольжения.

Интересным был также и третий доклад, заслушанный на этом совещании. Ф. Ф. Л а в р е н т ь е в, О. П. С а л и т а и В. И. С т а р ц е в (Физико-технический институт, Харьков) избирательным травлением исследовали влияние температуры и степени совершенства кристаллов цинка на величину стартового напряжения для движения дислокаций в пирамидальных плоскостях скольжения. При понижении температуры от комнатной до температуры жидкого азота стартовое напряжение возрастало в 10 раз. По поводу возможности и способов определения величины стартового напряжения возникла оживленная дискуссия.

Н. А. Т о р о п о в и Ю. П. У д а л о в (Ленинградский технологический институт) сделали сообщение о первых исследованиях: «Движение дислокаций в кристаллах бромистого калия».

Утреннее и вечернее заседания второго дня конференции были посвящены теоретическим вопросам движения дислокаций в кристаллах. Было заслушано девять докладов. Остановимся только на наиболее интересных сообщениях.

А. М. К о с е в и ч (Харьковский физико-технический институт) в докладе «Теория движущихся дислокаций» рассмотрел термически активированное движение

краевых дислокаций в плоскости скольжения при напряжениях меньше стартовых напряжений, необходимых для преодоления сил Пайерлса — Набарро (диффузионным механизмом).

А. Н. Орлов (Ленинградский физико-технический институт) посвятил свой доклад движению смешанных дислокаций со ступеньками. Рассмотрено в решетке г. ц. к. металлов движение перегибов и ступенек на смешанных дислокациях. Для плотностей перегибов и ступенек составлены кинетические уравнения.

В. Л. И н д е н б о м в докладе «Подвижность дислокаций в модели Френкеля — Конторовой» показал, что в этой модели в зависимости от формы потенциального рельефа возможны самые разнообразные случаи, включая полное отсутствие сопротивления решетки движению дислокаций.

Л. И. В а с и л ь е в рассмотрел различные геометрические возможные механизмы упрочнения в упорядоченных сплавах, связанные с взаимодействием дислокаций и антифазных границ.

Третий день конференции был посвящен четвертой и пятой из упомянутых ранее тем. Здесь следует отметить доклад М. П. Ш а с к о л ь с к о й (Институт стали), осветившей вопрос о влиянии примесей на движение дислокаций в ионных кристаллах и сообщившей свои результаты, показавшие, что примеси по-разному влияют на статические и динамические механические характеристики кристаллов. Установлено разрушающее влияние некоторых примесей. Примеси выпадают на старых дислокациях, блокируя их, и не влияют на движение свежих дислокаций. Влияние заряда дислокаций проявляется при их движении, однако количественных данных пока привести нельзя.

Из сообщения Е. Г. Ш в и д к о в с к о г о и Н. В. З а г о р у й к о (МГУ) следует, что значительная часть дислокаций движется вдоль электрического поля. Со временем их подвижность быстро уменьшается. Предполагается, что дислокации во время движения частично или полностью теряют свой заряд.

В работе Л. М. С о й ф е р а «Изучение поведения дислокаций в кристаллах сурьмы» наблюдалось движение малоугольных границ под действием линейного натяжения, стремящегося распрямить дислокации, образующие эти границы.

В последний день рассматривались темы 5, 6, 7. На утреннем заседании особого внимания заслуживает доклад В. М. С т е п а н о в о й и А. А. П р е д в о д и т е л е в а «Исследование торможения дислокаций дислокационными стенками в кристаллах». Авторы показывают, что напряжение, необходимое для прорыва краевых дислокаций сквозь стенки, образовавшееся в процессе роста, не зависит от угла подхода скользящей дислокации к стенке и линейно зависит от плотности дислокаций в стенке.

Вечер последнего дня конференции содержал наибольшее число ярких докладов.

А. Л. Р о й т б у р д (Институт физики металлов НИИЧЕРМЕТ, Москва) развил общую теорию неконсервативного стационарного движения дислокаций и, основываясь на электронно-микроскопическом изучении, подробно исследовал случай консервативного переползания геликоидальных дислокаций. При этом дислокация движется в среднем в плоскости скольжения, но происходит обмен вакансиями между разными частями витков геликоида.

А. Л. Р о й т б у р д, М. П. У с и к о в и Л. М. У т е в с к и й электронно-микроскопическими исследованиями процесса ползучести никеля и его сплавов показали, что механизм высокотемпературной ползучести сводится к консервативному переползанию геликоидальных дислокаций, рассмотренных в докладе А. Л. Ройтбурда. Дислокации образуют спираль вокруг своих векторов Бюргерса. Экспериментальные наблюдения хорошо согласуются с теоретическими оценками. При этом диффузионные пути оказываются порядка диаметра геликоида.

В. Н. Р о ж а н с к и й и А. А. П р е д в о д и т е л е в, наблюдая в цинковой фольге с помощью электронного микроскопа взаимодействие движущихся дислокаций с призматическими кольцами дислокаций, пришли к выводу, что взаимодействие сопровождается сильной диффузией точечных дефектов вдоль краевых дислокаций. Оценка коэффициента линейной самодиффузии вдоль дислокаций, который оказался на 10 порядков больше коэффициента объемной диффузии. Такой новый вид диффузионного взаимодействия между дислокациями, принимая во внимание высокое значение входящей диффузии вдоль дислокаций, может играть большую роль в процессе пластического течения, релаксации напряжений и разрушения кристаллов.

Высокой оценкой заслуживает доклад Н. К. Р а к о в о й и А. А. П р е д в о д и т е л е в а «Движение дислокаций и релаксация напряжений». В этой работе впервые четко удалось экспериментально показать, изучая процесс релаксации напряжений в монокристаллах хлористого натрия, что релаксация (на начальной своей стадии) действительно сводится к вкладу наблюдаемых на опыте перемещений дислокаций.

В своем решении «конференция отмечает интенсивное развитие исследований по дислокационной теории прочности кристаллических твердых тел за последние годы. Получены новые результаты в области изучения подвижности и взаимодействия дислокаций в кристаллах, и упорядочивающихся сплавах, неконсервативного движения дислокаций, влияния электрических полей и дефектов кристаллического строения на движение дислокаций в ионных кристаллах и др.

Вместе с тем недостаточно исследований посвящено изучению влияния характера сил межатомного взаимодействия на подвижность дислокаций, а также изучению влияния дефектов различного происхождения (возникающих, в частности, при облучении) на торможение дислокаций. Недостаточно интенсивно проводятся исследования дефектов кристаллического строения с помощью эффекта Мессбауэра, методами ЯМР и ЭПР. Отмечается, что продолжается отставание темпов развития научно-исследовательских работ в области изучения дефектов кристаллического строения от зарубежных исследований в этой области.

Конференция считает, что дальнейшие исследования в области изучения дефектов кристаллического строения следует сосредоточить в следующих направлениях:

1. Экспериментальные и теоретические исследования подвижности индивидуальных дислокаций в металлах, ионных кристаллах и полупроводниках.
2. Микроскопическая и континуальная теория дислокаций.
3. Сопоставление результатов исследования дислокаций с макроскопическими характеристиками пластической деформации кристаллов.
4. Влияние точечных дефектов, примесей и их взаимодействия с дислокациями на механические свойства кристаллических твердых тел.
5. Неконсервативное движение дислокаций.
6. Изучение поведения заряженных дислокаций в ионных кристаллах.
7. Развитие методик, открывающих новые возможности получения данных о механизмах образования, взаимодействия и движения дефектов кристаллической структуры.

При проведении экспериментальных и теоретических работ по дислокациям необходимо уделить большее внимание решению насущных задач по физической трактовке важнейших технологических свойств различных материалов новой техники.

На конференции были заслушаны сообщения о работах, выполненных совместно различными учреждениями (ФТИ АН УССР и Институт физики АН ГССР, Институт кристаллографии АН СССР и Московский государственный университет и др.). Такая форма проведения исследовательских работ, особенно при комплексных исследованиях, заслуживает серьезного внимания и широкого распространения. Заслуживает дальнейшего развития принятый Оргкомитетом принцип созыва совещаний по узким узловым вопросам с организацией широкого и детального обсуждения затронутых проблем».

Организаторами конференции были Совет по физике прочности АН СССР, Институт кристаллографии АН СССР, Одесский государственный университет имени И. И. Мечникова.

*М. В. Класен-Неклюдова*

