

ЯРКИЙ СЛЕД В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

*К 90-летию со дня рождения Ю.А. Скакова,
выдающегося ученого в области физического материаловедения*



Юрий Александрович СКАКОВ (1925-2009)

Профессор, доктор технических наук, Юрий Александрович Скаков был крупным специалистом по фазовым и структурным превращениям в сплавах, создателем фундаментальных основ разработки сталей и сплавов. Он внес существенный вклад в изучение аморфного и нанокристаллического состояния сплавов. Ю.А. Скаков впервые в нашей стране освоил и применил метод просвечивающей электронной микроскопии для изучения структуры металлических материалов, создал ряд рентгеновских методик. Он был замечательным педагогом, более 20 лет заведовал кафедрой рентгенографии и физики металлов МИСиС, являлся лауреатом Государственной премии, автором свыше 250 научных трудов, 20 монографий и учебников.

Родился Ю.А. Скаков в Хабаровске 24 октября 1925 г. Его мать, Наталья Тихоновна, учительница математики, более 40 лет проработала в школе, отец, – Александр Иванович, – выдающийся металлург, доктор технических наук, специалист по рельсовой стали, автор уникальной монографии «Качество железнодорожных рельсов». Он был очень талантливым ученым, лауреатом Сталинской премии, одной из престижнейшей премий в Советском Союзе. Александр Иванович много лет работал в Научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта, где до сих пор существует лаборатория им. А.И. Скакова.

Детство Юрия Александровича Скакова прошло в Воронежской области в селе Рождественском, откуда родом Наталья Тихоновна, и в городе Борисоглебске, родине его отца. Великая Отечественная война застает Юрия Александровича 15-летним московским школьником.

По причине сильной близорукости он вынужден был всю войну оставаться в тылу: в июле 1941 г. строил укрепления под Вязьмой. Институт железнодорожного транспорта, где работал его отец, был эвакуирован в Ташкент. Там Ю.А. Скаков окончил среднюю школу и поступил в Ленинградский политехнический институт, находившийся в эвакуации. В 1943 г. по возвращении в Москву он переводится на второй курс Московского института стали (МИС), который в 1947 г. заканчивает с отличием по кафедре металловедения и термической обработки стали. Уже в дипломной работе студент Ю. Скаков устанавливает новый научный факт – изотермическое образование мартенсита в стали марки ХВГ. Ему, как лучшему студенту, было предложено поступить в аспирантуру и его научным руководителем стал академик Н.Т. Гудцов. Тема диссертации – исследование структуры железо-никель-алюминиевых спла-

вов для постоянных магнитов и, как пишет Ю.А. Скаков в своем автореферате, «ввиду чрезвычайно тонких, весьма медленно коагулирующих структур распада, явилось необходимым использование электронно-оптических увеличений».

В 1948 г. на кафедре металловедения и термической обработки МИС организуется первая в вузах лаборатория электронной микроскопии, ведущими специалистами которой стали молодые ученые – Ю.А. Скаков и Л.М. Утевский. Юрий Александрович только окончил институт, поступил в аспирантуру; Лев Маркович немного старше и прошел войну. Они увлечены общим, очень непростым делом. Ю.А. Скаков вместе с Л.М. Утевским собрали из деталей электронный микроскоп, который до войны выпускала фирма «Siemens». Эти трудности их здорово закалили и сблизили: научное мнение друг друга они очень ценили, а уважительные и нежные дружеские отношения сохранили навсегда. В научной работе каждого из них метод электронной микроскопии стал главным методом исследования.

Ю.А. Скакову поручают освоение одного из первых советских микроскопов. Применение метода дифракционной электронной микроскопии позволило ему блестяще решить поставленные в кандидатской диссертации задачи: выяснение структуры высококоэрцитивных сплавов и механизма структурных превращений. Установление связи структурных превращений с изменениями магнитных свойств имело принципиальное значение для дальнейшего совершенствования магнитотвердых материалов для постоянных магнитов. Решение этой проблемы было важно и для научного прогресса в понимании природы высококоэрцитивного состояния сплавов.

В конце 1950-х – начале 60-х годов на основе многолинзовых электронных микроскопов просвечивающего типа возникла, по-существу, новая область структурных исследований – дифракционная электронная микроскопия. Научная работа Ю.А. Скакова в эти годы связана с развитием метода просвечивающей дифракционной электронной микроскопии, органически соединяющего метод металлографии и метод дифракции (или кристаллоструктурный анализ). Особенно продуктивным этот метод оказался в изучении дефектов кристаллов и процессов фазообразования.

К этому времени на кафедре уже возникает научная школа Ю.А. Скакова, где под его руководством успешно работают сотрудники и ученики: К.В. Варли, Н.В. Еднерал, Ю.О. Меженный, Г.С. Миловзоров, А.В. Шаршаткина и другие.

Продолжая традиционное для школы Я.С. Уманского (в те годы заведовавшего кафедрой «Рентгенография металлов» МИС) направление исследования твердых растворов, коллеги и ученики Юрия Александровича под его руководством использовали метод дифракционной микроскопии в исследованиях распада твердых растворов. Кроме того, проводили исследования в области старения технического железа и низкотемпературного отпуска углеродсодержащего мартенсита. В связи с разработками новых материалов для упруго-чувствительных элементов и пружин (совместно с Всесоюзным институтом авиационных материалов и с Центральным научно-исследовательским институтом черной металлургии) исследовали распад растворов замещения в мартенситно-стареющих сталях и сплавах на основе кобальта, содержащих никель и медь. Упрочнение таких материалов предполагает создание определенного уровня дефектности внутризеренной структуры путем пластической деформации или в ходе мартенситного превращения.

Результаты этих исследований были обобщены в докторской диссертации Ю.А. Скакова – «Роль дефектов кристаллического строения в процессах старения некоторых сплавов на основах альфа-железа и бета-кобальта», которую он успешно защитил в 1967 г. и ему была присвоена степень доктора технических наук.

Изучая проблемы фазовых и структурных превращений в сплавах при закалке, отпуске, старении, упорядочении, Ю.А. Скаков, наряду с рентгеновскими методиками, впервые применил электронно-оптический анализ для установления кристаллохимии, морфологии, распределения, размеров и ориентационных соотношений стабильных и метастабильных фаз. Была выявлена роль различных дефектов кристаллического строения, их характера и концентрации в процессах постдеформационного старения в сплавах с разным типом кристаллической структуры и установлены общие закономерности структурных и фазовых изменений.

Идея Ю.А. Скакова о взаимосвязи фазового деления с характером и распределением дефектов кристаллической решетки использовалась его учениками при изучении особенностей строения большеугловых границ зерен в металлах. Анализ выделений избыточной фазы на границах разного типа позволил провести оценку энергии различных границ, а также выявить тонкую структуру некоторых произвольных и близких к специальным границ – фасетирование, наличие ступенек, собственных и внесенных зернограницных дислокаций.

В 1968 г. Ю.А. Скакову было присвоено ученое звание профессора, а в 1969 г. он был избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой «Рентгенография и физика металлов» в МИСиС, которую занимал до 1991 г. В развитии методов прикладного рентгеноструктурного и электроннооптического анализа и их применении для исследования различных материалов его кафедра всегда занимала ведущие позиции.

Юрий Александрович был действительно новатором в науке. В начале 1970-х годов он начал заниматься аморфным состоянием металлов, исследованием фазового состава спла-

вов, получаемых закалкой из жидкого состояния. Поскольку подходящей металлургической базы в МИСиС (и в Москве) еще не было, использовали лазерный нагрев с оплавлением поверхностного слоя.

Для сплавов типа серого чугуна наблюдали только кристаллические метастабильные фазы. Аморфную фазу удалось получить позже при использовании «наносекундного» лазера. Главный результат исследований, выполнявшихся в период 1980–90-х годов, состоит в определении основного критерия склонности металлического сплава к аморфизации; под этим понимается получение устойчивого (в достаточно широком интервале параметров внешних воздействий) метастабильного состояния, чтобы говорить об аморфном материале. Была установлена связь склонности сплавов к аморфизации с определенным химическим взаимодействием компонентов, которое проявляется в образовании промежуточных кристаллических фаз. Таким образом, аморфные металлические сплавы рассматриваются как метастабильная аморфная модификация промежуточных фаз – химических соединений.



Ю.А. Скаков ведет семинар. Идет обсуждение. Слева направо в первом ряду сотрудники кафедры рентгенографии и физики металлов: К.В. Варли, Н.В. Чириков, Н.В. Еднерал

Следующим этапом научной работы Ю.А. Скакова стало исследование фазовых состояний, возникающих в ходе твердофазных реакций в условиях механохимического синтеза с целью создания промышленных высокопрочных материалов.

Новая глава кристаллохимии – образование и устойчивость интерметаллидов в экстремальных условиях в ходе твердофазных реакций: сверхбыстрого охлаждения расплавов и высокоэнергетических воздействий (облучение частицами высоких энергий, деформация в шаровой мельнице) – возникла с развитием новых технологий. Среди таких высокоэнергетических воздействий особенно интересным с научной точки зрения и имеющим ясные перспективы промышленного применения показало себя деформационное воздействие, результатом которого является получение наноструктурного состояния, а также механохимический синтез (при обработке смесей порошков химических элементов). Исследования механизма этого синтеза и возможностей получения новых материалов были начаты на кафедре Ю.А. Скакова в начале 90-х годов сразу же после первых сообщений о появлении нового метода. Наи-

больший практический интерес представляют разработки материалов с особенно высокой технологической пластичностью (на основе известных сплавов с «объемной нанокристаллической структурой») и технологии механохимического синтеза в производстве магнитотвердых сплавов на основе редкоземельных металлов. Главной особенностью работ Ю.А. Скакова в этом направлении являлось установление связей между исходными (равновесными) и образующимися фазами и представление о термодинамической обусловленности этих переходов.

Последние исследования Ю.А. Скакова были посвящены изучению фазовых состояний и структурообразования в ходе твердофазных реакций при механохимическом синтезе изучалась роль различных дефектов кристаллического строения. На основе большого числа экспериментальных данных был предложен механизм образования зародышей фаз ряда химических соединений с участием решеточной диффузии по междоузлиям при непрерывной генерации межузельных атомов.

Преподавательскую деятельность Ю.А. Скаков начал в 1950 г. будучи аспирантом. Им впервые



Работа кандидатского квалификационного совета МИСиС. Председатель – Ю.А.Скаков

в вузах СССР разработан учебный курс лекций «Электронная микроскопия металлов», который он читал на протяжении всех лет преподавания в институте. Еще один фундаментальный курс лекций, в который Ю.А. Скаков внес огромный вклад, назывался «Физика металлов». Кроме лекций, в 50-е годы Ю.А. Скаковым был разработан лабораторный практикум по электронной микроскопии.

Со временем электронно-микроскопический метод развивался и совершенствовался, соответственно менялся и усложнялся курс лекций. Лектором Ю.А. Скаков был прекрасным: слушать его было легко, не утомительно, у него была очень приятная манера преподавать материал: в начале лекции – план, акценты на главное, привлечение данных последних статей. Студенты знали, что сдавать Скакову экзамен не страшно: он может даже помочь, подтолкнуть к правильному ответу. Из воспоминаний одной из студенток МИСиС Л.А. Бажан: «Трудно переоценить роль в моей судьбе Юрия Александровича; люди, которым знакомо чувство благодарности, меня прекрасно поймут. Думаю, что под моими словами подпишется большинство тех, с кем его связывала судьба. Потому что он был не только доброжелателен по отношению к студентам, но и щедро делился с ними своими мыслями и идеями. Можно долго перечислять основные свойства его характера: стремление находиться в курсе событий и новостей науки и жизни; широкий кругозор; способность схватывать все на лету и глубоко вникать в сложные вопросы; ясность ума; умение видеть перспективу дальнейшего развития науки и техники; неугасающую энергию и тягу к молодежи. Все это способствовало созданию и процветанию на кафедре непередаваемой творческой атмосферы».

Ведущий ученый МИСиС, профессор Ю.А. Скаков активно участвовал в работе квалификационных ученых советов. Он был членом докторского совета в Институте физики металлов ЦНИИЧМ и докторского совета по материаловедению в металлургии МИСиС, а также председателем кандидатского совета по материаловедению и термообработке, по коррозии и защите металлов. Долгие годы Ю.А. Скаков был членом экспертного совета ВАК по металлургии. Много сил и времени у него отнимала редакторская деятельность в различных научных журналах: в течение многих лет он был

бессменным членом редакционного совета в ВИНТИ РЖ «Металлургия», «Заводская лаборатория» и другие. Принимал участие в работе Научного совета АН СССР по физике твердого тела и в комиссии по электронной микроскопии АН СССР, в Обществе им. А.С. Попова.

К числу особенных заслуг Ю.А. Скакова можно отнести организацию и руководство научно-исследовательскими лабораториями. В 1948 г. совместно с Л.М. Утевским была создана первая в вузах лаборатория электронной микроскопии, а в 1978 г. – межкафедральная лаборатория аморфных металлических сплавов.

Ю.А. Скаков был в числе организаторов многих научных конференций и совещаний. Так, в 1980 г. он впервые в нашей стране организовал первую всесоюзную научную конференцию «Проблемы исследования структуры и свойств аморфных сплавов» и затем регулярно принимал активное участие в их проведении.

Необходимо сказать о Ю.А. Скакове как об авторе замечательных, абсолютно уникальных учебников, по которым учились и продолжают учиться многие поколения студентов. В 1957 г. выходит в свет «Лаборатория металлографии», где Ю.А. Скаков в составе коллектива авторов. К 1963 г. Ю.А. Скаков в соавторстве с С.С. Гореликом и Л.Н. Расторгуевым готовит к изданию «Рентгенографический и электроннооптический анализ», фундаментальное учебное пособие, обобщившее опыт работы лаборатории электронной микроскопии и методические разработки кафедры «Рентгенография и физика металлов». Это уникальная книга переиздается несколько раз (последнее издание – начало 2000-х), не теряя своей актуальности. И, наконец, замечательный учебник «Физика металлов» в соавторстве с его учителем, известным рентгенографом Я.С. Уманским. За этот учебник авторы получили Государственную премию.

В 1973–1974 годах Ю.А. Скаков пишет в 3-е издание Большой советской энциклопедии три статьи: «Кристаллическая решетка», «Старение металлов» и «Металлиды (интерметаллические соединения)», последняя написана в соавторстве с А.А. Погодиным и Я.С. Уманским.

Под руководством профессора Ю.А. Скакова было подготовлено более 150 кандидатских и докторских диссертаций.

Вся жизнь Ю.А. Скакова была связана с Московским институтом стали и сплавов. Его трудовая книжка содержит только одну запись – о работе в МИСиС.

Одной из главных черт характера Ю.А. Скакова была необыкновенная доброжелательность к людям и активная доброта. Он был бескорыстным в науке и в жизни. Он, безусловно, был человеком высокого духа.

Основные труды Ю.А. Скакова:

1. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов: атомное строение металлов и сплавов: Учебник для вузов. М.: «Атомиздат», 1978. – 352 с. (Удостоен Госпремии)
2. Скаков Ю.А., Горелик С.С., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учебное пособие для вузов. М.: «Металлургия», 1970. – 366 с.
3. Лаборатория металлографии: Учебное пособие для вузов. М.: «Металлургия», 1965. – 500 с.
4. Скаков Ю.А., Уманский Я.С., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов. М.: «Металлургия», 1982. – 631 с.
5. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник / Под ред. М.Л. Бернштейна и А.Г. Рахштадта, том II, раздел «Старение» (Скаков Ю.А.). М.: «Металлургия». 1983.
6. Скаков Ю.А. Структура железо-никель-алюминиевых сплавов для постоянных магнитов // Доклады Академии наук СССР. 1951. Т. IXXIX
7. Скаков Ю.А., Черникова И.Н., Шаршаткина А.В. О структуре и составе карбида низкоотпущенной стали. // Доклады Академии наук СССР. 1958. Т. 18.
8. Скаков Ю.А. Изменение структуры технического железа при старении // Металловедение и термическая обработка металлов. 1961. № 1.
9. Скаков Ю.А., Спиридонов В.Б., Иорданский В.Н. Структурные изменения и изменения свойств при старении мартенсита хромоникелевых сталей // Доклады Академии наук СССР. 1964. Т. 158. № 3.
10. Скаков Ю.А., Меженный Ю.О., Еднерал Н.В. Дефекты упаковки и сегрегации в сплавах на кобальтовой основе // Физика металлов и металловедение. 1964. Т. 17. Вып. 5.
11. Скаков Ю.А., Дегтярева В.Ф. Некоторые закономерности образования фаз в двойных системах В-элементов // Кристаллография. 1976. Т. 21. Вып. 2. С. 405–407.
12. Скаков Ю.А., Еднерал Н.В., Лякишев В.А. Исследование структуры и фазового состава сплавов Fe-C-, полученных закалкой из жидкого состояния. // Физика металлов и металловедение. 1977. Т. 43. Вып. 2. С. 426–427.
13. Скаков Ю.А., Еднерал Н.В., Кокнаева М.Р. Образование и устойчивость интерметаллических соединений при механоактивации порошков в шаровой мельнице // Физика металлов и металловедение. 1992. Вып. 2. С. 111–124.
14. Скаков Ю.А., Жалнин Б.В., Кекало И.Б., Шелехов Е.В. Фазовые превращения и изменения магнитных характеристик в процессе формирования нанокристаллического состояния в аморфном сплаве на основе железа // Физика металлов и металловедение. 1995. Вып. 5. С. 94–106.
15. Скаков Ю.А. Структура аморфных металлических сплавов и условия аморфизации // Металловедение и термическая обработка металлов. 2000. № 10. С. 3–10.
16. Скаков Ю.А. Высокоэнергетическая холодная пластическая деформация, диффузия и механохимический синтез // Металловедение и термическая обработка. 2004. № 7. С. 3–12
17. Скаков Ю.А. Образование и устойчивость метастабильных фаз при механохимическом синтезе // Металловедение и термическая обработка. 2005. № 4. С. 45–54.

Т. Ю. Скакова, к.ф.-м.н., доцент.

Материал поступил в редакцию 19.06.15