

его личности. Ясный, незатемненный предвзятыми идеями здравый смысл, оригинальный подход к каждому вопросу, смотрящий в его существо, а не в словесное оформление, — это черты, одинаково заметные и в научной деятельности и в повседневной жизни Капицы. Большая требовательность к себе, отсутствие «головокружения от успехов», благожелательное отношение к товарищам и служащим, переходящее в активную помощь им, когда это нужно, горячность при защите своих убеждений — все это вызывает истинное уважение к его личности. Веселость и юмор, искренность и глубокая честность привлекают всякого, кто узнает Капицу. А знают его многие: и руководители правительства, и физики, и писатели, и архитекторы, и артисты, и инженеры, и рабочие. Советские ученые и инженеры, вся советская общественность многого еще ждут от Петра Леонидовича, которому только что минуло пятьдесят лет.

## И. В. КУРЧАТОВ — ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИКОВ\*

Совсем еще молодым, в возрасте 23 лет, в Ленинградском физико-техническом институте появился Игорь Васильевич. А институту было в то время семь лет от роду, и молодость сотрудников была привычным делом. Институт даже поддразнивали, называя «детским садом». И Курчатов пришелся как нельзя лучше к этой среде не только своей молодостью, но и своим энтузиазмом, своим стремлением и умением работать в коллективе, способностью заражаться его интересами. А интересы эти концентрировались тогда вокруг физики диэлектриков, механизма электрического пробоя, загадочной еще в то время высоковольтной поляризации.

Участвуя в общей работе, Курчатов внимательно изучал литературу не только своего вопроса, но и всего, что было связано с физикой твердого тела. Он обращал внимание на явления, противоречащие его представлениям. Его удивили результаты экспериментов по прохождению

\* Статья опубликована в выпуске журнала «Успехи физических наук», посвященном И. В. Курчатову (1961, т. 73, вып. 4, с. 610—614).

электронов сквозь тонкие слои металлов. Не ограничиваясь критическими замечаниями, он заподозрил, что источником ошибок автора работы было нарушение сплошности слоя, и тут же доказал это на опыте. Так, его первой печатной работой в лаборатории диэлектриков оказалось исследование прохождения медленных электронов сквозь тонкие металлические пленки. Наблюдавшиеся ранее аномалии были устранены, и вопрос выяснен.

Работа была выполнена, как позже и некоторые другие, совместно с Кириллом Дмитриевичем Синельниковым, с которым Курчатов был связан неизменной дружбой, а потом и свойством до последних дней своей жизни.

Уже при выполнении этой первой задачи проявилась одна из типичных черт Игоря Васильевича — подмечать противоречия и аномалии и выяснять их прямыми опытами. Это сказалось в течение всего многолетнего исследования, в котором он участвовал. Эта же черта привела его к открытию сегнетоэлектричества, к поискам механизма выпрямления тока, к изучению нелинейности токов в карборундовых предохранителях, к изучению предпробойных токов в стеклах и смолах, утиполярности токов в солях, а позже к открытиям в области атомного ядра.

Основной проблемой лаборатории, в состав которой вошел Игорь Васильевич, было поведение диэлектриков в сильных электрических полях и наступающий затем пробой. В то время как в слабых полях наблюдался закон Ома, внешне осложнявшийся высоковольтной поляризацией, начиная с некоторой силы поля удельная электропроводность быстро возрастала. Механизм тока в пределах закона Ома удовлетворительно объяснялся как электролиз в твердой среде. Но можно ли распространить эти представления и на токи, экспоненциально растущие с напряжением? Увеличивается ли подвижность ионов, растет ли их концентрация или вступают новые носители тока — электроны?

Эту задачу взялся разрешить Курчатов. Его соратником и другом стал другой энтузиаст, химик по образованию, Павел Павлович Кубеко. Курчатову принадлежало открытие того, что Кубеко был химиком. Кубеко поступил к нему в качестве служителя, который варил олифу и убирал помещения. Но вскоре Курчатов заметил аномалии в поведении своего служителя — тот слишком хо-



Игорь Васильевич Курчатов

рошо все понимал и признался, что имеет диплом высшей сельскохозяйственной школы.

Одни ли ионы являются носителем тока за пределами закона Ома? Точное соответствие закону Фарадея, которое установили Курчатов и Кобеко, дало положительный ответ. Задача была нелегкой: стекло — почти изолятор, и продукты электролиза можно едва заметить, а нужно было точно измерить их количество. Они точно определили не только выделение вещества на катоде, но измерили и количество выделяющегося на аноде кислорода.

Впоследствии оказалось, что в некоторых кристаллах, например в слюде, отступления от закона Ома в сильных полях обязаны электронам, но в стеклах электронов не

оказалось, и это обстоятельство надолго наложило свой отпечаток на идеи, развивавшиеся в лаборатории.

Большое участие принимал Курчатов совместно с К. Д. Синельниковым в изучении высоковольтной поляризации — накопления объемных зарядов вблизи электродов в результате прохождения электрического тока. Тщательными измерениями удалось определить распределение объемного заряда вдоль толщины заряженного слоя, измеряемой долями микрона.

Наряду со стеклами, Игорь Васильевич тщательно изучал механизм токов и электрического пробоя в смолах и в особенности в олифе, которая считалась перспективным материалом для новой высококачественной изоляции. Эти надежды основывались на том, что, устранив ряд пороков, свойственных в то время измерениям пробивных напряжений, Курчатову удалось получить результаты, далеко превосходившие все, что было известно: вместо немногих сотен тысяч вольт на сантиметр — несколько миллионов. Правда, позже А. П. Александров выяснил, что в измерениях того времени вкралась систематическая ошибка, растущая с уменьшением толщины слоя. Однако в опубликованных в 1928 г. исследованиях Курчатова, Кобеко и Синельникова по механизму электрического пробоя твердых диэлектриков имеется большой материал, не потерявший своей ценности и до настоящего времени.

Механизм теплового пробоя был полностью выяснен опытами Н. Н. Семёнова и теорией В. А. Фока.

По собственной инициативе Игорь Васильевич предпринял в 1928—1929 гг. изучение аномалий тока в некоторых солях, и прежде всего их униполярной проводимости. Подробно изучалось влияние геометрии электродов острия, с одной стороны, и пластины, с другой, а также вторичных процессов электролиза. При ближайшем участии своих друзей — Кобеко и Синельникова — Курчатову удалось дать полное объяснение многим наблюдаемым фактам. Сделана была попытка распространить эти результаты и на такие выпрямители тока, как закись меди, для которой паличие электролиза не было установлено.

Как в случае электрического пробоя, так и при выпрямлении тока были последовательно развиты представления, вытекавшие из гипотезы об электрической природе токов. Они не оправдались для электронных полупроводников, но остаются справедливыми для твердых электро-

литов. В те годы, когда производил свои исследования Игорь Васильевич, не существовало предпосылок для развития электронных процессов в твердых средах, не было квантовой теории электронных токов, зонной структуры энергетических уровней, идеи дырок. Поэтому изучение полупроводников могло сводиться тогда лишь к накоплению фактов, а путь аналогии с ионами был устранен квантовой природой электронных процессов.

Во всей своей силе талант Игоря Васильевича проявился в открытии и изучении сегнетоэлектричества. Ряд аномалий в диэлектрических свойствах сегнетовой соли был описан до него. Курчатов интуитивно заподозрил в этих аномалиях проявление новых сторон в поведении диэлектриков. Вместе с Кубеко он вскоре установил далеко идущие аналогии с магнитными свойствами ферромагнетиков и назвал их сегнетоэлектриками. Это название удержалось у советских авторов; за границей их называют ферроэлектричеством, что еще больше подчеркивает аналогию с ферромагнетизмом.

Об исследованиях Курчатова мне пришлось докладывать на международном электротехническом конгрессе в Париже и в лаборатории Резерфорда в Кембридже. Опыты были произведены исключительно четко, а система кривых, изображавших зависимости эффекта от силы поля, от температуры, с такой убедительностью демонстрировали открытие, что к ним почти не требовалось пояснений. Мой доклад мог быть прочитан на интернациональном языке диаграмм.

Курчатов исследовал зависимость эффекта от кристаллографического направления, от длительности воздействия электрического поля, от предыстории. Установлена точка Кюри и открыты нижняя точка Кюри, спонтанная ориентация кристалла и свойства сегнетовой соли за пределами точек Кюри.

От чистой сегнетовой соли Курчатов и его сотрудники перешли к твердым растворам и сложным соединениям с сегнетоэлектрическими свойствами. В этих исследованиях, помимо Кубеко, участвовал и брат Игоря Васильевича — Борис Васильевич Курчатов.

Только спустя 10 лет Б. М. Вулу удалось сделать следующий существенный шаг вперед открытием сегнетоэлектрических явлений в титанате бария, а еще 10 лет спустя Г. А. Смоленский еще дальше расширил область сегнетоэлектриков.

Что касается теории открытых Курчатовым явлений, то Игорь Васильевич сразу понял значение идей, выдвинутых Львом Давидовичем Ландау, и на их основе строил все свои представления, из них делал выводы для развития своих опытов.

Сегнетоэлектричеству Игорь Васильевич посвятил в 1933 г. монографию размером более ста страниц.

Своеобразными диэлектрическими свойствами, хотя и по другим причинам, чем в сегнетоэлектриках, обладают при низких температурах кристаллы хлористого водорода. Вместе со Щепкиным Курчатов исследовал их и дал ясное физическое толкование наблюдаемым фактам.

Загадочными представлялись электрические свойства применявшихся в высоковольтной технике карборундовых предохранителей. Вместе со своими учениками Курчатов принялся за новую загадку. Обширное экспериментальное исследование привело к определенной гипотезе о механизме контакта между зернами карборунда, успешно объяснившей совокупность всех накопленных наблюдений. Теорию их развил Я. И. Френкель. Это была последняя дань, которую Игорь Васильевич отдал проблеме диэлектриков, перешедшей уже, впрочем, в проблему электронных полупроводников. Его интересы и несокрушимая энергия были перенесены в область атомного ядра, которая так многим ему обязана.

Хотя с позиций сегодняшнего дня участие Игоря Васильевича Курчатова в проблеме диэлектриков представляется сравнительно скромным этапом, но нельзя забывать, что самый выдающийся результат в учении о диэлектриках — это сегнетоэлектрики Курчатова и Кобеко.

Игорь Васильевич был беспрдельно предан науке, жил ею. Почти систематически приходилось в полночь удалять его из лаборатории. Каждому молодому физика представлялась заманчивой поездка в лучшие заграничные лаборатории, где можно познакомиться и с новыми людьми, и с новыми методами научной работы. Двадцать научных сотрудников Физико-технического института удалось направить за границу на сроки от полутора до двух лет. В течение нескольких лет такая возможность имелась и у Курчатова. Но он все дальше откладывал ее осуществление: каждый раз, когда падо было выезжать, у него шел интересный эксперимент, который он предпочитал поездке. Он попал в Англию только много позже, когда был включен в состав правительственной делегации.

Вспоминая предшествовавший атомному ядру период деятельности Игоря Васильевича, нельзя забыть его постоянного стремления сочетать физику с техникой, искать практические пути использования сегнетоэлектриков (в этом участвовал В. П. Вологдин), карборунда, новых видов изоляции.

С поразительной силой эта тенденция проявилась с первого же дня Отечественной войны. И циклотрон, и пейтроны, которыми жил Курчатов, в мгновение ока были заменены защитой кораблей Военно-Морского Флота, для чего он пошел в помощь А. П. Александрову. Самоотверженной своей работой в этой области в Севастополе он снискал неограниченное доверие наших моряков. Адмирал Галлер говорил, что с разрешения Курчатова они без опасений выходили в море и только ему вверяли свою жизнь.

Когда безвременно скончался руководитель лаборатории танковой брони Владимир Лаврентьевич Куприенко, во главе лаборатории стал Игорь Васильевич Курчатов, изменивший затем ее тематику.

Корабли и броня были кратковременными «прослойками» между диэлектриками, которым были посвящены первые восемь лет научной деятельности Игоря Васильевича, и ядром, которому отданы были восемь предвоенных лет и вся его последующая жизнь — 15 лет после Отечественной войны.

Как сильно ни различаются физические проблемы и условия работы по диэлектрикам и ядру, в обеих областях И. В. Курчатов был тот же неповторимый ученый, целиком преданный своему делу, талантливый исследователь природы, безграничный патриот своей Родины, отдавший ей всего себя. Железный в своих требованиях к себе и своему делу, Игорь Васильевич был верным другом, трогательно заботившимся о своих товарищах и сотрудниках. Его неизменная доброта и дружеский юмор в жизненных переделках многим облегчили жизнь. Игоря Васильевича Курчатова никогда не забудут народы Советского Союза, а для тех, кто его знал, память о нем окружена ореолом личного обаяния.