

ПРИРОДА

5 04



Первый российский электронографист

К 100-летию со дня рождения З.Г.Пинскера

В.Л.Вергасов, В.В.Клечковская

*Институт кристаллографии им.А.В.Шубникова РАН
Москва*

Когда речь заходит об использовании электронных пучков в исследовании структуры кристаллов, одним из первых должно быть упомянуто имя профессора Зиновия Григорьевича Пинскера (1904—1986).

Выпускник Коммерческого училища, уроженец Харькова, Зиновий Пинскер в начале 1920-х годов поступил на химический факультет Московского высшего технического училища им.Н.Э.Баумана. В 1932 г. Пинскер перешел из Института строительных материалов, где он занимался коллоидными растворами, во Всесоюзный институт минерального сырья и начал изучать дифракцию электронов.

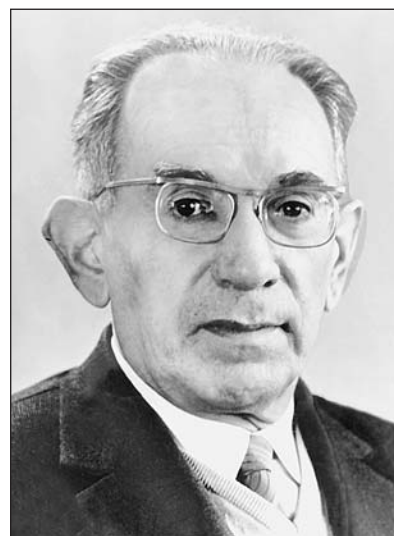
Уже в 1935 г. Зиновий Григорьевич по результатам экспериментов и наблюдений рассчитал явление точечной дифракции, а в 1936 г. создал макет первого электронографа с большим разрешением. Тогда же, по предложению академика В.И.Вернадского, он перешел в биогеохимическую лабораторию АН СССР, где защитил кандидатскую диссертацию.

В то время интерес многих исследователей был сфокусирован на развитии электронной

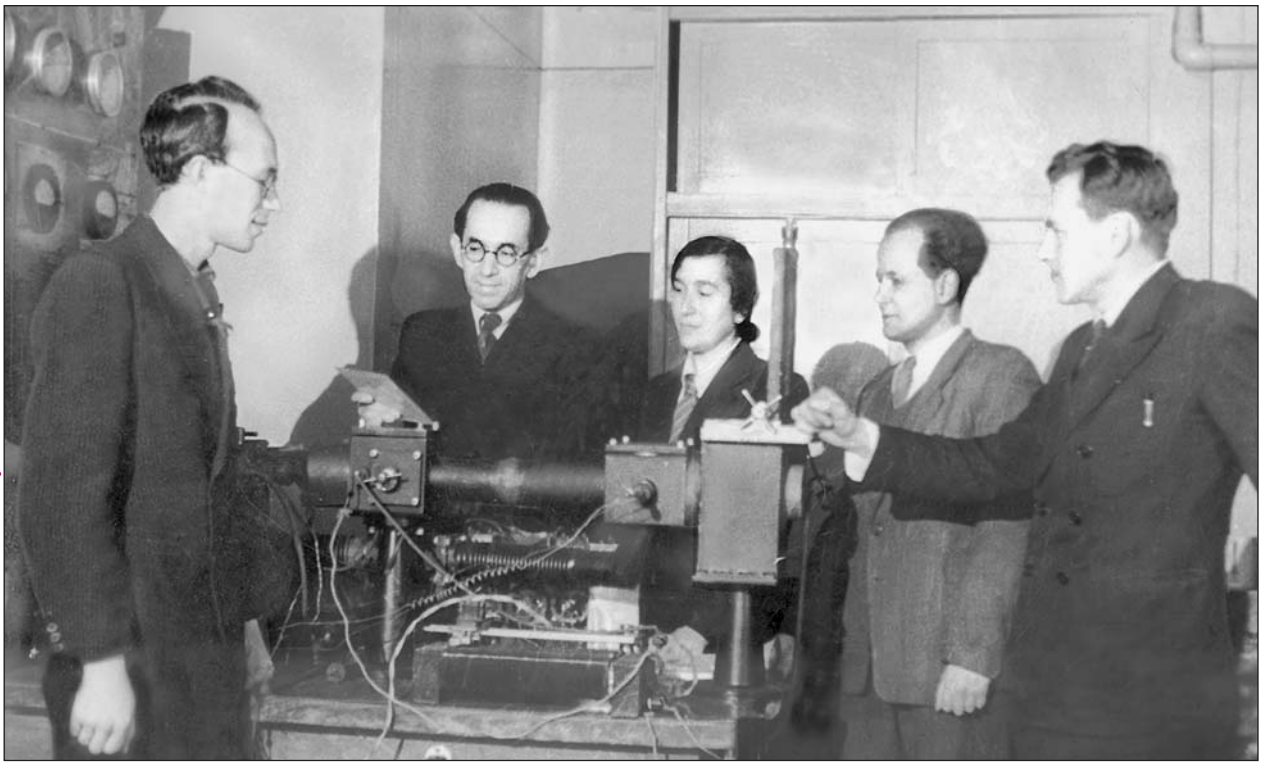
микроскопии, в частности, на повышении разрешения изображений изучаемых объектов и методах их интерпретации, главным образом, в целях исследования микронарушений кристаллических структур.

Именно Пинскер обратил внимание на необходимость использования непосредственных картин дифракции для разработки метода полного и независимого определения структуры кристалла, т.е. создания электронографического структурного анализа. Наличие у электрона заряда и малая длина его волны ($\sim 0.04 \text{ \AA}$) при энергии в 100 кэВ делает электронный пучок крайне чувствительным к характеристикам потенциала рассеивающего объекта. Такое сильное взаимодействие электронов с веществом может оказаться полезным в решении задач, затруднительных для рентгеновского и нейтронного излучения, например, при исследовании мелкодисперсных веществ или локализации легких атомов в присутствии тяжелых.

В 1938—1939 гг. Пинскер совместно с Л.И.Татариновой получил снимки слоистых кристаллов CdI с косым расположением образца по отношению к пучку электронов, названные впоследствии косыми текстурами. Анализируя подобные



Профессор З.Г.Пинскер.



У электронографа ЭГ-1. Слева направо: Б.К.Вайнштейн, З.Г.Пинскер, Л.И.Татарина, Г.И.Дистлер, И.И.Ямзин.

дифракционные картины ряда сходных слоистых структур (CdBr_2 , PbI_2), Зиновий Григорьевич показал возможность детально исследовать явление полиптипии в слоистых кристаллах — уточнить взаимное расположение слоев и тем самым определить атомную структуру кристаллов. Эти работы, относящиеся к первым экспериментальным наблюдениям полиптипии, вместе с теоретическими расчетами вклада в энергию решеток разного типа химической связи составили его докторскую диссертацию (защита состоялась в Казани в 1943 г.).

В 1944 г. по предложению А.В.Шубникова Пинскер переходит во вновь организованный Институт кристаллографии АН СССР и впоследствии создает новую лабораторию электронографии. Совместно с И.И.Ямзиным он выполняет на электронографе прецизионные измерения интенсивностей рефлексов

электронограмм, которые подтверждают возможность использования кинематической теории дифракции (первого борновского приближения теории рассеяния) для структурного анализа тонких образцов.

На этом же приборе первыми учениками Пинскера (Б.К.Вайнштейном и Г.И.Дистлером) были выполнены работы по изучению строения полимеров и по определению сложных структур кристаллогидратов ряда металлов.

Исследования, сделанные Пинскером на протяжении 1936—1949 гг., вошли в качестве основного материала в монографию «Дифракция электронов» (1949). Это одна из настольных книг для кристаллографов и ученых, работающих в близких областях. Благодаря широкому распространению английского издания (Лондон, 1953) укрепляется международный авторитет российской науки в области структурных исследований.

В последующие годы благодаря Пинскеру электронографический структурный анализ достиг высокой степени развития. Под руководством Зиновия Григорьевича был осуществлен целый комплекс электронографических исследований атомной структуры тонких пленок карбидов, нитридов, оксидов разнообразных металлов. Среди этих соединений впервые были обнаружены кристаллические фазы с неполной заселенностью ряда позиций и частичным разупорядочением не только подрешетки легких атомов, но и подрешетки металлов. Несмотря на всю необычность таких результатов для классической кристаллографии, Зиновий Григорьевич не отринул их как артефакты, а, наоборот, направил усилия учеников на развитие методик расчета частично разупорядоченных фаз, вплоть до уточнения их химического состава. Работы, выполненные в этом направлении, впервые

позволили с помощью структурного анализа представить на атомном уровне механизм окисления металлов IV—VIII групп, обогатили новыми представлениями некоторые области кристаллографии, кристаллохимии и материаловедения.

По инициативе Пинскера с 1950 г. в лаборатории электронографии С.А.Семилетовым были начаты работы по изучению кристаллической структуры различных полупроводников, а также развернуты исследования роста и структуры эпитаксиальных слоев полупроводниковых соединений, сыгравшие важную роль в развитии микроэлектроники. Исторически электронографический метод был первым с успехом использовавшимся для получения качественной информации о степени совершенства структуры подложек и пленок при разработке эпитаксиальной технологии. Кроме того, этим методом были определены кристаллические структуры многочисленных двух- и трехкомпонентных полупроводниковых соединений, в результате чего внесена ясность в сложный

вопрос об их структуре, химическом составе и условиях образования.

Под руководством Пинскера в Горьковском университете совместно с С.В.Кавериным проводились электронографические исследования процессов азотирования и структуры нитридов технически важных металлов.

Зиновий Григорьевич был инициатором оригинальных методик электронографических исследований при движении образца и фотопластинки друг относительно друга, которые потом разрабатывались Г.А.Эфендиевым и Р.Б.Шафизаде в Институте физики АН Азербайджана.

Начиная с 1960-х годов Пинскер уделяет большое внимание динамической теории дифракции коротковолнового излучения — как электронного, так и рентгеновского.

На основе обобщения огромного числа опубликованных работ и собственных результатов, связанных с теорией рассеяния рентгеновских лучей в прозрачных и поглощающих кристаллах, Пинскер написал

в 1974 г. фундаментальную монографию «Динамическое рассеяние рентгеновских лучей в идеальных кристаллах». Такая активная деятельность Зиновия Григорьевича в области динамической дифракции рентгеновских лучей сыграла большую роль для исследований, связанных с рентгеновской оптикой, разработкой новых структурно-чувствительных методов диагностики приповерхностных слоев и наноструктур, проводимых в Институте кристаллографии.

Что же касается динамической дифракции электронов, то Пинскер стимулировал развитие двух подходов. В 70-х годах под его руководством В.В.Удаловой, Р.М.Имамовым и А.С.Авиловым разрабатываются методики введения поправок на динамическое рассеяние при проведении структурных исследований в рамках кинематической теории.

В 1980-х Зиновий Григорьевич принимал участие в работах В.Л.Вергасова и Ф.Н.Чуховского, занимавшихся проблемой многоволновой динамической дифракции и разработкой мето-



В гостях у Пинскера дважды лауреат Нобелевской премии Л.Полинг с супругой.

дик ее целенаправленного использования для исследования кристаллических структур и их дефектов.

Научные труды Пинскера заслуженно принесли ему мировое признание и почетные звания, среди которых высшая награда Академии наук СССР в области кристаллографии — премия имени Е.С.Федорова, звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, орден «Знак Почета».

Зиновий Григорьевич был членом редколлегии журналов «Кристаллография» и «Acta Crystallographica», редактором реферативного журнала «Физика», членом комиссии по дифракции

электронов Международного союза кристаллографов.

С 1946 по 1957 г. он заведовал кафедрой, а затем был профессором Горьковского университета, в течение нескольких лет преподавал в МГУ и в Институте стали и сплавов. В созданной им лаборатории электронографии проходили стажировку ученые из многих стран мира.

Среди его воспитанников свыше 15 докторов и 40 кандидатов наук, многие из них стали заведующими лабораториями (Г.И.Дистлер, Б.К.Вайнштейн, И.И.Ямзин, Б.Б.Звягин, А.И.Лобачев, С.А.Семилетов). В настоящее время четверо — М.В.Ковальчук, В.В.Клечковская,

Р.М.Имамов, А.С.Авилов — возглавляют научные подразделения в Институте кристаллографии, в которых разрабатываются новые методы использования коротковолнового излучения (электронного и рентгеновского) для исследования материи. После академика А.В.Шубникова директорами Института кристаллографии становились ученики профессора Пинскера — академик Б.К.Вайнштейн и член-корреспондент М.В.Ковальчук. Творческая атмосфера, созданная Зиновием Григорьевичем в лаборатории, позволила основать в России электронографическую научную школу мирового уровня. ■

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Е.Е.БУШУЕВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
П.А.ХОМЯКОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
Е.А.ПИМЕНОВА

Графика, верстка:
Д.А.БРАГИН

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Российская академия наук,
президиум
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119991,
Москва, ГСП-1, Мароковский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-26-33
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 14.04.2004
Формат 60×88 1/8
Бумага типографская №1,
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 8280
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6