

А К А Д Е М И Я Н А У К С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),
И. А. Федосеев (зам. председателя),
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),
А. А. Чеканов, А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

Т. В. Глембоцкая

**Игорь Николаевич
ПЛАКСИН**

(1900—1967)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1982

Г-53 Глембоцкая Т. В. Игорь Николаевич Плаксин (1900—1967). М.: Наука, 1982.

Книга посвящена жизни, научной, педагогической и общественной деятельности выдающегося советского ученого в области гидрометаллургии, обогащения полезных ископаемых, истории науки и техники члена-корреспондента АН СССР И. Н. Плаксина. В работе использован литературный и архивный материал, а также воспоминания учеников И. Н. Плаксина.

21.2

Ответственный редактор

академик

Н. В. МЕЛЬНИКОВ

От автора

Член-корреспондент АН СССР, дважды лауреат Государственной премии СССР Игорь Николаевич Плаксин (1900—1967), жизни и деятельности которого посвящена эта книга — один из выдающихся советских ученых, прославившийся своими замечательными исследованиями в области гидрометаллургии и обогащения полезных ископаемых. Признанный глава отечественной научной школы в этих областях, автор около 800 книг, статей и изобретений, он широко известен не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.

И. Н. Плаксин прожил не долгую, но необычайно яркую и интересную жизнь. Сын интеллигентов-революционеров — членов Петербургского Союза борьбы за освобождение рабочего класса, он активно участвовал в вооруженной борьбе за Советскую власть на Дальнем Востоке. В первые годы Советской власти И. Н. Плаксин избирался депутатом Хабаровского Совета рабочих, крестьянских и солдатских депутатов. Пройдя путь от молодого горного инженера до маститого ученого, талантливого педагога высшей школы, И. Н. Плаксин воспитал много инженеров и исследователей, из которых свыше 70 стали кандидатами и докторами наук.

Принципиальный коммунист, ученый-энциклопедист, отличавшийся высочайшей культурой мышления, И. Н. Плаксин был исключительно цельным человеком. Единомышленников Плаксина всегда привлекали в нем глубина мыслей и широта его идей; бесценный опыт исследователя и экспериментатора, сочетание высокой требовательности к себе и окружающим с заботливым и внимательным отношением к их нуждам; способность смотреть далеко вперед и видеть перспективы развития науки, умелое сочетание крупных теоретических проблем с запросами производства, патриотизм и многое, многое другое. Эти качества и особенности характера И. Н. Плаксина как ученого и человека заслуживают внимания и в наши дни. В частности, они во многом вдохновляли автора в процессе работы над настоящей книгой.

Ее создание было бы невозможным без использования материалов — воспоминаний об Игоре Николаевиче, любезно предоставленных автору многочисленными друзьями, учениками и соратниками ученого. В этой связи автор выражает глубокую признательность: ныне покойному академику Н. В. Мельникову, академику М. И. Агошкову и члену-корреспонденту И. А. Турчанинову; профессорам и докторам наук Л. А. Барскому, О. С. Богданову, Н. С. Власовой, В. А. Глембоцкому, М. Л. Гольдину, И. М. Грацерштейну, М. Д. Ивановскому, И. А. Каковскому, В. И. Кармазину, А. К. Лившицу, Н. Н. Масленицкому, В. И. Мелик-Гайказяну, В. А. Мокроусову, Н. Ф. Олофинскому, С. И. Полькину, П. М. Соложенкину, Л. П. Старчику, Н. А. Суворовской, Г. А. Хану, В. А. Чантурия; кандидатам наук К. Ф. Барышевой, И. С. Благову, Р. П. Коху, А. Г. и Г. И. Лопатыным, С. Ф. Лаптеву, Н. В. Матвеевко, А. М. Околович, Г. Н. Хажинской и многим другим. Особо хотелось бы поблагодарить ближайшего друга и соратника Игоря Николаевича Плакси-ну Людмилу Дмитриевну за предоставленные материалы и оказанную автору помощь в процессе работы над книгой.

Начало большого пути

Игорь Николаевич Плаксин родился 8 октября (25 сентября) 1900 г. в Уфе. Его детство протекало в семье интеллигентов-революционеров. Неудивительно, что домашняя обстановка, передовые взгляды родителей оказали огромное влияние на формирование характера и мировоззрения будущего ученого.

Отец Игоря — Плаксин Николай Николаевич (врач по специальности) и мать — Плаксина Елена Дмитриевна, в девичестве Устругова (педагог по специальности), были социал-демократами, членами Петербургского Союза борьбы за освобождение рабочего класса. Они вели активную революционную работу и стояли у истоков революционного движения в России. Сведения о деятельности родителей Игоря Плаксина содержатся в различных книгах, посвященных зарождению и началу революционного движения в нашей стране. Например, о революционных делах Е. Д. Уструговой рассказывает в книге К. М. Тахтарева «Рабочее движение в Петербурге 1893—1901»¹, а также в воспоминаниях Е. Д. Стасовой и многих произведениях, посвященных ее деятельности.

Е. Д. Стасова познакомилась с Е. Д. Уструговой в «Подвижном музее учебных пособий». К тому времени Устругова была уже активной революционеркой, она охотно стала помогать молодой подруге по борьбе в ее революционных начинаниях. Стасова и Устругова вместе работали в Глазовской воскресной школе. Их контакты продолжались и в Петербургском «Союзе борьбы». «Обращаясь к прошлым годам и работе, проводившейся нами, подпольщиками,— пишет Е. Д. Стасова,— хочется назвать ряд товарищей времен «Союза борьбы»: Н. К. Крупскую, З. П. Кржижановскую... Е. Д. Устругову... и многих, многих других». При этом она называет Устругову «большим другом». «В 1899 г. был сильный голод в Уфимской губернии. Сосланная после ареста в

¹ Тахтарев К. М. Рабочее движение в Петербурге 1893—1901. Л.: Прибой, 1924. 196 с.

Уфу мой большой друг Елена Дмитриевна Устругова (Плаксина) сообщила мне о беде в этой губернии, я собрала крупную сумму денег и решила поехать туда, чтобы устроить столовые для голодающих крестьян»².

Об их дружбе и совместной революционной борьбе пишет и Павел Подлящук в документальной повести о Е. Д. Стасовой «Богатырская симфония»: «Питерские работницы были первыми революционными наставниками молодой учительницы Лиговских классов. У нее появились и другие друзья — наставники — такие же, как она, молодые педагоги воскресных и вечерних школ — по годам ровесники, но более искушенные по опыту, уже приобщившиеся к революционному движению. Особенно близко она сошлась с Леной Уструговой и Верой Сибилевой. Познакомившись с Уструговой, сперва подивились совпадению: мало того, что обе Лены, так обе еще и Дмитриевны. Очень быстро и как-то незаметно для обеих две Лены стали неразлучными»³.

Е. Д. Устругова и Н. Н. Плаксин активно участвовали в работе Петербургского «Союза борьбы за освобождение рабочего класса». В 1898 г. они были высланы в Уфу на 5 лет. В дальнейшем Елена Дмитриевна организовала денежные сборы на «Искру». Об этом свидетельствует переписка В. И. Ленина и редакции газеты «Искра» с социал-демократическими организациями в России 1900—1903 гг.⁴ После II съезда РСДРП Устругова стала большевичкой.

В конце мая 1903 г. Плаксины уехали из Уфы в Париж, где пробыли около года. Возвратившись в Россию, Плаксины поселились в Ярославле: власти запретили им проживать в столицах и крупных городах страны. Е. Д. Плаксина вспоминала, что они принимали участие в работе Ярославского комитета по оказанию отпора черносотенным погромам. На их квартире был склад оружия.

Большую часть времени Игорь проводил с матерью или с бабушкой. Мальчик уже с детства хорошо ощутил атмосферу революционной деятельности людей, пресле-

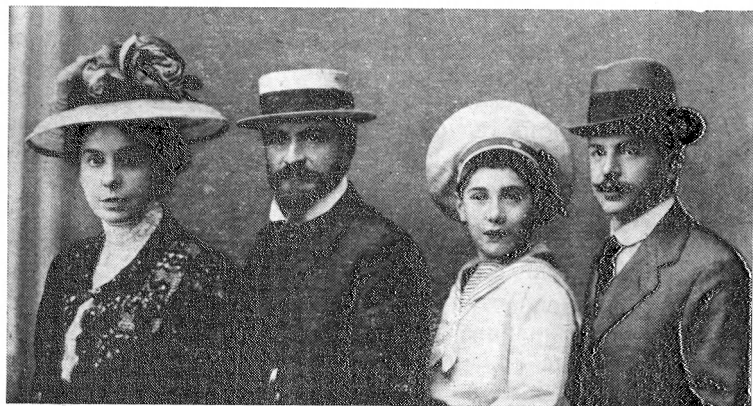
² Стасова Е. Д. Воспоминания. М.: Мысль, 1969. 285 с.

³ Подлящук П. Богатырская симфония. М.: Политиздат, 1977. 254 с.

⁴ Переписка В. И. Ленина и редакции газеты «Искра» с социал-демократическими организациями в России 1900—1903 годы.— В кн.: Сб. документов. М.: Мысль, 1970, т. 3, с. 707—708.



Е. Д. Устругова (слева) и Е. Д. Стасова (справа). Уфа, конец 90-х годов XIX в.



И. Н. Плаксин в детские годы среди родных



И. Н. Плаксин — реалист. Уфа, начало XX в.

«Астрономические вечера» Г. И. Клейна и «Солнце» Ч. О. Юнга. Увлекался Игорь и поэзией, особенно стихотворениями Н. А. Некрасова. Он легко запоминал их и с большим чувством декламировал.

После сдачи вступительных экзаменов в Уфимское реальное училище Игорь с родителями побывал в Москве и Крыму. В Москве он с большим интересом осматривал Кремль и другие исторические памятники, Исторический музей, но самое большое удовольствие получил от посещения книжных магазинов, где ему купили много книг. Когда Игорю исполнилось 10 лет, ему подарили морской бинокль. Мальчик быстро научился им пользоваться и с увлечением занялся своим любимым делом — наблюдал небо и делал его зарисовки.

В период учебы сына в реальном училище Е. Д. Плаксина организовала среди реалистов кружок «Общество

дуремых властями. Это не могло не сказаться на его развитии. Он внимательно прислушивался к разговорам взрослых. В четыре года его привлекали военные темы (шла русско-японская война) и в особенности беседы о подводных лодках. С волнением воспринимал он рассказы о бедных детях и всякий раз сильно огорчался, когда встречал нищих и обездоленных. Игорь интересовался многими вещами, но больше всего книгами — страстную любовь к ним он сохранил на всю жизнь. После того, как восьмилетний Игорь узнал о Солнечной системе, его главным увлечением стала астрономия. Он даже пытался разобраться в таких известных всем любителям астрономии книгах, как

самообразования». Члены кружка издавали журнал, устраивали в доме Плаксиных дискуссии, музыкальные вечера, любительские спектакли. Уже в те годы у Игоря зародилась большая любовь к музыке.

В 1914 г. Плаксины совершили путешествие по Италии. В течение месяца они знакомились с достопримечательностями Венеции, Рима, Неаполя, Флоренции. Поездка по Италии, прикосновение к великой культуре ее народа произвели исключительно сильное впечатление на Игоря и во многом способствовали развитию его любви к искусству и истории.

Большое значение для формирования характера будущего ученого имело семейное чтение художественной литературы. Мать и сын читали вместе «Войну и мир» Л. Н. Толстого, произведения И. С. Тургенева, «Историю» Р. Ю. Виппера, книги по истории и культуре Древней Греции и Древнего Востока, сочинения В. Г. Белинского, М. И. Писарева, Н. А. Добролюбова, А. Данте и др. Помимо этого Игорь прочел много книг по физике, химии, астрономии. Позднее Е. Д. Плаксина вспоминала, что Игорь — реалист сам составлял план своего систематического чтения, обдумывая какие книги и в какой последовательности следует читать. Начиная со школьных лет Игорь посещал букинистов и приобретал редкие книги. Особенно его интересовали книги по астрономии. Так, еще в 1915 г. он купил у букиниста книгу А. Д. Митчела «Небесные светила». До конца дней своих сберег ученый приобретенную еще в юности популярную книгу по астрономии К. Фламариона. (Интересно, что в 1955 г. И. Н. Плаксин, будучи во Франции, купил новое издание книги Фламариона.)

Шел 1917 год. По всей стране нарастал накал политической борьбы. Большое оживление наблюдалось и в жизни Уфы. Об этом, в частности, свидетельствовала первомайская демонстрация, в которой участвовало большое количество людей. Особенно горячо реагировала на все события молодежь. В одном из городских зданий, по инициативе молодежи, был открыт Клуб учащихся. Много сил и энергии в его организацию и работу вложил Игорь Плаксин. К этому времени он — активный участник общественной жизни города. Игорь изучает труды Маркса, что во многом способствует формированию его революционного мировоззрения.



**Партизаны-дальневосточники.
И. Н. Плаксин (справа) и А. Меркуль. Хабаровск, 1920 г.**

Весной 1918 г. Игорь окончил Уфимское реальное училище. Решив продолжить образование, Плаксин с товарищами едет в Омск и поступает на химический факультет Политехнического института. Затем он был мобилизован в армию и направлен на Дальний Восток.

В жизни И. Н. Плаксина начался новый этап, когда в 1920 г. он был назначен командиром взвода конной батареи 1-го Дальневосточного революционного кавалерийского полка. В боях с белогвардейцами и с японскими интервентами И. Плаксин зарекомендовал себя с самой лучшей стороны. В том же году он был избран в Хабаровский Совет рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов. В ноябре 1920 г. Плаксин был отозван из армии для продолжения образования.

После демобилизации он учился на горнозаводском отделении Дальневосточного политехнического института

(вскоре преобразованного в Дальневосточный государственный университет) в г. Владивостоке и в мае 1926 г. окончил его, получив звание горного инженера. Темой диплома Плаксина был «Проект обогатительной фабрики и цианистого завода на 20 000 тонн годовой добычи руды», а дипломная работа называлась «Рационализация методов извлечения золота из руды на примере Аскольдского месторождения рудного золота». Как видим, И. Н. Плаксин уже тогда выбрал направление своей будущей деятельности — обогащение и гидрометаллургию, которым остался верен до конца жизни.

В годы студенчества Плаксина проявилась его тяга к научным исследованиям. Так, Игорь с 1922 по 1925 г. без отрыва от учебы работал ответственным лаборантом-исследователем и аналитиком в химико-металлургической лаборатории. В 1923 г. И. Н. Плаксина избирают научным сотрудником по кафедре общей и неорганической химии. Кроме того, Плаксин ведет занятия по физической и технической химии. Столь выдающиеся способности студента не могли быть не замечены преподавателями и профессорами университета. Вскоре Игорь Николаевич Плаксин становится ассистентом (!) кафедры физической и технической химии. Академик М. И. Агошков — в то время студент Дальневосточного государственного университета — вспоминает, что И. Н. Плаксин уже тогда производил сильное впечатление на окружающих, а своими исследованиями золотосодержащих руд Аскольда заслужил высокую оценку ректора университета профессора В. П. Вологодина. О возрастающем авторитете И. Н. Плаксина среди научной общественности университета свидетельствует и следующий факт. Вскоре после окончания университета И. Н. Плаксин избирается ученым секретарем Дальневосточного филиала Русского физико-химического общества и Научно-технического общества при университете.

Первые шаги И. Н. Плаксина в науке еще четче определили его основной интерес: гидрометаллургию благородных металлов и исследование процессов обогащения на основе физической химии, физики твердого тела и минералогии. Большую роль в формировании главного направления научного творчества Плаксина сыграл Институт химии АН СССР (Ленинград), куда он был направлен для продолжения и завершения исследования по металлургии золота. В 1927 г. И. Плаксин уже работал

в лаборатории, возглавляемой директором института академиком Н. С. Курнаковым. Используя созданные Курнаковым методы физико-химического анализа, Плаксин впервые в гидрометаллургии детально изучил систему золото — ртуть, являющуюся теоретической основой амальгамации — одного из важных методов извлечения золота из руд. Результаты исследований он доложил на V Менделеевском съезде, состоявшемся в 1928 г. В личном деле И. Н. Плаксина сохранился документ, подписанный академиком А. А. Скочинским, где дана весьма высокая оценка этих работ Плаксина. Важно отметить, что сам он считал себя учеником Н. С. Курнакова, и всегда подчеркивал важную роль физико-химического подхода в своих исследованиях.

В 1928 г. И. Н. Плаксина пригласили работать в Московскую горную академию. Именно в Москве завершается формирование научного стиля и организаторских приемов Плаксина — он постепенно становится одним из ведущих ученых страны, умелым руководителем больших научных коллективов.

В первые два года своего пребывания в Московской горной академии доцент И. Н. Плаксин руководит лабораторией металлургии золота и платины, работает деканом факультета цветных металлов. В 1930 г. из состава Московской горной академии выделяется ряд самостоятельных институтов. Среди них — Московский институт цветных металлов и золота (МИЦМиЗ). В мае того же года в институте была создана кафедра металлургии благородных металлов, которую возглавил 30-летний профессор И. Н. Плаксин. Рекомендую его на эту должность, известный профессор по металлургии цветных металлов Московской горной академии (а потом — Московского института цветных металлов и золота) В. А. Ванюков писал: «И. Н. Плаксиным создана целая плеяда молодых энтузиастов-инженеров и кадры научных сотрудников. Бывший партизан времен гражданской войны, И. Н. Плаксин активизирует работу и работников заражает своей работоспособностью. Неутомимая энергия характерна для И. Н. Плаксина. Активная работа в области исследований и ее продвижение позволило И. Н. Плаксину занять «высоты» по заслугам. Я горячо рекомендую И. Н. Плаксина как достойнейшего кандидата на кафедру золота и благородных металлов».

Ядро кафедры составили талантливые исследователи:

М. Д. Ивановский (ныне профессор Московского института стали и сплавов) и доцент С. К. Шабарин; с 1933 г. к ним присоединился профессор О. Е. Звягинцев, совмещавший педагогическую работу с научными исследованиями в Институте общей и неорганической химии АН СССР. В течение 30-х годов кафедра подготовила и дала путевку в жизнь большому числу аспирантов. Многие из первых учеников И. Н. Плаксина стали позднее крупными деятелями в области металлургии благородных, редких и цветных металлов, среди них член-корреспондент АН СССР А. П. Зефирин, доктора технических наук Ю. Н. Голованов и Б. В. Невский, кандидаты наук И. Г. Наслузов, О. Е. Негинский, М. М. Романов, Е. А. Савари, А. И. Синельникова, И. С. Стахеев, С. В. Шибаетов и др. В 1962 г. кафедра гидрометаллургии была переведена в Московский институт стали и сплавов и реорганизована в кафедру металлургии радиоактивных металлов и комплексной переработки руд.

Даже и сейчас, в век быстрого роста научной молодежи, профессор в 30 лет — большая редкость. В 30-е годы такой молодой профессор да еще руководитель кафедры — явление совершенно исключительное. Это лишний раз свидетельствует о ярких способностях И. Н. Плаксина как ученого и организатора науки. Поэтому неудивительно, что уже в 1932 г. Игорь Николаевич становится заместителем директора Московского института цветных металлов и золота по научной и учебной работе. Этот высокий пост он занимал в общей сложности 5 лет (1932—1934 и 1938—1941 гг.). В эти же годы И. Н. Плаксин являлся научным руководителем НИСЗолото и консультантом Гипрозолото.

В 1937 г. И. Н. Плаксин защитил докторскую диссертацию, в основу которой легли начатые им еще в лаборатории Н. С. Курнакова (ставшие теперь классическими и вошедшие во все учебники) исследования диаграммы состояния системы золото — ртуть. Эта работа, имеющая принципиальное и основополагающее значение в истории гидрометаллургии и особенно в металлургии благородных металлов, сразу выдвинула И. Н. Плаксина в число ведущих в этой области ученых.

Как известно, гидрометаллургия и обогащение полезных ископаемых — области во многом смежные. Об этом свидетельствует и сходство многих аппаратов, используемых на обогатительных и на гидрометаллургиче-

ских предприятиях (например, дробильно-измельчительное, флотационное, гравитационное и др. оборудование), а также применение комбинированных методов гидрометаллургии и обогащения (применение флотации при цианировании золотых руд, использование амальгамации для попутного извлечения золота при обогащении руд цветных металлов и т. п.). Вот и Плаксин, уже в предвоенные годы занимаясь главным образом металлургией благородных металлов, широко использовал в своих работах методы обогащения полезных ископаемых.

Компетентность Плаксина в области обогащения полезных ископаемых сослужила немалую службу нашей промышленности в годы Великой Отечественной войны. По заданию Наркомата цветной металлургии И. Н. Плаксин совместно с М. И. Агошковым и геологом К. Л. Пожарицким оказали большую научно-техническую помощь уральским и сибирским заводам цветной металлургии. Благодаря их усилиям на этих предприятиях (среди которых имелись и обогатительные и гидрометаллургические) были значительно интенсифицированы важные оборонные работы.

В 1941—1943 гг. И. Н. Плаксин — заместитель директора научно-исследовательского и проектного института «Механобр», эвакуированного из Ленинграда в Свердловск. В трудных условиях военного времени четко и планомерно руководил научными исследованиями Института, нацеленными на решение первоочередных задач по обороне страны. Одновременно он вел педагогическую работу, возглавляя кафедру металлургии благородных металлов Уральского политехнического института и читая лекции по гидрометаллургии благородных металлов и обогащению полезных ископаемых. Сочетанию научной и педагогической деятельности И. Н. Плаксин остался верен до конца своей жизни.

В 1944 г. И. Н. Плаксин перешел на работу в Институт горного дела АН СССР. Ученый вначале организовал там лабораторию обогащения полезных ископаемых, а затем создал на ее основе крупный отдел, включивший пять лабораторий. Спустя два года в его жизни произошло знаменательное событие — И. Н. Плаксин был избран членом-корреспондентом АН СССР. Вскоре он уже — заместитель директора Института по научной части. Резко возросли масштабы его деятельности как ученого и педагога. Возглавляемый им отдел становится

важным научным центром, известным не только в нашей стране, но и за рубежом.

Все более отчетливо вырисовываются контуры того, что с полным основанием можно назвать научной школой И. Н. Плаксина в обогащении полезных ископаемых и гидрометаллургии. Особенности этой школы, ее место в науке, черты и стиль работы ее основоположника и руководителя хорошо видны при разборе наиболее значительных работ И. Н. Плаксина в этих областях науки и техники. Этот разбор значительно дополняется анализом деятельности Плаксина как педагога, историка науки и техники, организатора научной работы, борца за новые прогрессивные направления в науке, блестящего пропагандиста — общественника, принципиального коммуниста и патриота. Освещению этих вопросов и посвящены остальные разделы книги.

Один из основоположников современной гидрометаллургии

И. Н. Плаксин — автор и соавтор нескольких сот работ по гидрометаллургии¹. Каждая из них по-своему интересна, однако ввиду их множества дать анализ всех работ в книге невозможно. Поэтому ниже мы ограничимся рассмотрением малоизвестных, но интересных работ, а также основных капитальных трудов И. Н. Плаксина, позволяющим не только показать его вклад в развитие гидрометаллургии, но и выявить те особенности и подходы к решению проблем гидрометаллургии, которые типичны для него как ученого и достойны изучения и применения другими исследователями.

Гидрометаллургия (особенно применительно к извлечению из руд благородных металлов — золота, серебра и платины) была первой областью, в которой Плаксин выступил как ученый и инженер. Ввиду этого для характеристики первых шагов молодого ученого в науке большой интерес представляют его самые первые исследования. Из числа опубликованных им работ хронологически пер-

¹ Основной их перечень наряду с трудами в других областях науки дан в конце книги.

выми являются «Аскольдская золотая руда и опыты цианирования ее» (1926 г.) [1] и примыкающая к ней близкая по своему характеру другая — «О некоторых случаях амальгамации золотых руд» (1927 г.) [2].

Рассмотрим первую работу. В ней с самого начала (особенно учитывая 25-летний возраст автора) поражает необычайно зрелый инженерный, научный и без преувеличения можно сказать — государственный подход к делу. Так, на первой же странице Плаксин рассматривает золоторудное месторождение о-ва Аскольд не как изолированный объект, а как пример, важный для обоснования путей промышленного развития Советского Дальнего Востока. Он находит аналогичные черты развития золотопромышленности Урала и Дальнего Востока, связывает эту проблему с мероприятиями, намечаемыми государственными плановыми органами при решении важнейшей общегосударственной задачи — притока населения на Дальний Восток. При этом он указывает на важность развития горной промышленности, базирующейся на «систематической и планомерной добыче золота» из рудных (коренных) месторождений.

Характерно приводимое ниже высказывание И. Н. Плаксина, которое, с одной стороны, указывает на его научную скромность, а с другой — показывает, как ответственно и с каким глубоким пониманием дела подходит он к решению задач, которые, по его мнению, могут иметь важное народно-хозяйственное значение: «В ниже приводимой работе автор не ставил перед собой задач широкого охвата вопросов золоторудной промышленности — для этого мы не имеем материала. Подойти к решению этих задач мы сможем только после тщательно, детального исследования отдельных месторождений и не только после выяснения их геологии и химико-металлургических особенностей руды, но и после изучения этих вопросов в полупромышленном (на экспериментальных установках) и в промышленном масштабе» [1, с. 4].

Конечно, сейчас, когда имеется полувековой опыт технологической и экономической оценки наших рудных богатств, все эти рассуждения могут представляться совершенно естественными. Но ведь приведенные строки относятся к середине 20-х годов, когда еще только намечались грандиозные планы индустриализации страны. Вот почему можно говорить о прозорливости молодого ученого и о методологической ценности его высказываний. Вместе

с тем Плаксин показывает, что он не случайно выбрал в качестве объектов исследования о-в Аскольд. Прежде всего он сделал это потому, что «характер аскольдской руды повторяется также в месторождениях золота на материке. Некоторые характерные черты данной руды могут иметь место и вообще для кварцево-медно-пиритовых и кварцево-свинцово-пиритовых жил других рудников» [1, с. 4].

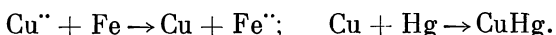
В работе приводятся результаты опытов по цианированию руды и концентрата столов. При этом выявляются не только условия цианирования, в то время еще нового процесса, и связь результатов этого процесса с тонкостью измельчения, но и оптимальные расходы цианида. По мнению Плаксина, цианирование шламов может обеспечить практически полное (95,8%) извлечение золота. «На примере этого небольшого предприятия,— обоснованно считает Плаксин,— легко видеть, что и для предприятий небольшого масштаба цианирование имеет достаточный материал для своего приложения» [1, с. 22].

Вторая из упомянутых работ по своему содержанию приоткрывает к предыдущей. Она посвящена вопросам извлечения золота из аскольдской руды, однако с применением не метода цианирования, а амальгамации.

Здесь так же проявляется стремление Плаксина к обобщениям: «Работы, составившие предмет настоящего доклада, являются результатом изучения Аскольдского золотого месторождения (Приморье) и вообще исследования условий разработки месторождений золота в приморской прибрежной полосе. Некоторые из этих условий являются не только местными. Это относится в особенности к месторождениям, бедным водой, где приходится пользоваться при амальгамации сильно минерализованной рудничной водой» [2, с. 165].

Как видим, молодой ученый уже в 20-е годы заинтересовался вопросами шахтного водоиспользования. Эта проблема стала весьма актуальной лишь в наше время. Развивая свои идеи относительно водоснабжения месторождений, расположенных в прибрежной морской полосе, Плаксин задается вопросом: «нельзя ли в этих случаях воспользоваться для процессов амальгамации и обогащения имеющихся в данных районах морской водой?» [2, с. 165]. Этот вопрос, подчеркивает ученый, в литературе по амальгамации абсолютно не освещен.

Прежде чем ответить на него, по мысли Плаксина необходимо четко установить, «нет ли крупных препятствий химического характера при решении данной гидрометаллургической задачи» [2, с. 165]. Ученый приходит к заключению о появлении в толчейном ставе «железной амальгамы», т. е. амальгамы, содержащей железо и обладающей сильными магнитными свойствами. Кроме того, он отмечает значительный снос амальгамы ввиду пемзования ртути. Рассматривая далее возможные химические реакции окисления руды с учетом ее минералогического состава, Плаксин обращает особое внимание на образование в жидкой фазе пульпы ионов меди и последующих реакций:



Таким образом, происходит восстановление ионов меди и последующее возникновение легкой медной амальгамы, являющейся одной из причин потери ртути, а следовательно, и золота. По мнению ученого, в этом и заключается одно из условий пемзования.

Раскрыв химизм вредных для амальгамации золота процессов, Плаксин формулирует и меры по борьбе с ними. Эта важная часть работы изложена весьма кратко, но вместе с тем ясно и исчерпывающе. «При восстановлении меди тонко-раздробленным железом,— отмечает Плаксин,— и при одновременной амальгамации восстановленной меди образуется дисперсная система железа в медной амальгаме. Химизм этого явления указывает и средства борьбы с ним. В щелочном растворе данный процесс не идет. Поэтому нейтрализация воды в достаточной мере известью представляет хорошее средство для борьбы с образованием железной амальгамы» [2, с. 169].

Плаксин подробно остановился на экспериментах, свидетельствующих о возможности проведения амальгамации в морской воде, и дал четкие рекомендации по применению извести с целью предотвращения возникающих технологических трудностей. Уже в этой ранней работе ученый проявляет интерес к обогащению полезных ископаемых. Благодаря умелому сочетанию методов гидрометаллургии и обогащения ему удалось улучшить важные технологические показатели.

Одной из первых работ И. Н. Плаксина, выполненных уже применительно к конкретным объектам, явились исследования возможности извлечения меди из меди-

стых песчаников Урала [3]. Эта работа сейчас интересна для нас как пример стремления ученого при решении любого научного вопроса проявить исторический подход.

В годы первой пятилетки, когда в СССР закладывались основы тяжелой индустрии, бурный рост переживала и отечественная золотопромышленность. Первые инженерные кадры для нее готовил организованный в 1930 г. Московский институт цветных металлов и золота. Нелегко было заведующему кафедрой металлургии благородных металлов профессору И. Н. Плаксину и его коллегам заниматься с будущими специалистами — капитальных учебников и пособий по основам металлургии благородных металлов² тогда не было.

В 1932 г. вышла в свет книга И. Н. Плаксына «Обработка золотых руд» [4]. Она сразу же завоевала признание не только студентов-металлургов, но и работников производства. Книга, в которой излагались теоретические и технологические основы металлургии благородных металлов стала бесценным руководством по выбору и расчету основного оборудования, прекрасным справочником, содержащим необходимые сведения по экономической стороне дела, а также данные, освещающие передовой производственный зарубежный опыт.

Еще большее значение имели фундаментальные труды И. Н. Плаксына по металлургии благородных металлов. В 1935 г. из печати вышла первая часть его учебника (под заглавием «Металлургия золота, серебра и платины, ч. 1. Физико-химические основы» [6]), в 1937 г. монография «Взаимодействие сплавов и самородного золота с ртутью и цианистыми растворами» [8] и, наконец, в 1937 г. — вторая часть учебника «Металлургия золота, серебра и платины»³ [10]. С выходом в свет этих работ советская металлургия получила самую передовую и совершенную теоретическую базу производства благородных металлов. В то время такого не имела ни одна страна даже с развитой золотоплатиновой промышленностью. Правда, за рубежом издавались руководства чисто описательного порядка, где были приведены технико-экономи-

² В 1931 г. И. Н. Плаксин, правда, издал конспект своих лекций по металлургии благородных металлов. Но это издание было литографированным.

³ В 1943 и 1958 гг. вышли дополненные и переработанные издания этого замечательного учебного пособия.

ческие данные по аппаратуре и технологические схемы отдельных предприятий. Но они не были столь систематизированы и полны, как в работах Плаксина. В изложении теоретических основ главных процессов извлечения золота из руд (амальгамации и цианирования) зарубежная литература на фоне учебников Плаксина выглядела бледной. Так, даже в весьма известной в 30-х годах книге Э. М. Гамильтона «Руководство по цианированию золотых и серебряных руд», изданной в США, а затем в 1932 г. в СССР (перевод под ред. И. Н. Плаксина), теоретическим основам процесса было уделено всего 14 страниц.

Профессор С. И. Полькин вспоминает, что в 1938 г. в бытность директором Московского института цветных металлов и золота он вместе с И. Н. Плаксиным участвовал во Всесоюзном совещании руководящих работников золотопромышленности, которым руководил Народный комиссар тяжелой промышленности СССР. После совещания нарком пригласил ряд участников к себе в кабинет для деловой беседы. Достав из книжного шкафа одну из книг И. Н. Плаксина по металлургии благородных металлов и дав понять, что знаком с ее содержанием, нарком попросил Игоря Николаевича изложить свое мнение о неотложных задачах по повышению недостаточно высокого извлечения золота. После обстоятельного ответа ученого нарком спросил: «Почему Ваши рекомендации, изложенные в книге и выступлении, — не выполняются и что необходимо сделать, чтобы они были выполнены?» Ответ был предельно четок и ясен. Все это лишнее раз свидетельствовало о большом авторитете, которым уже в то время пользовался Плаксин как специалист в области металлургии благородных металлов.

Важное место среди его работ в этой области занимает уже упомянутая монография «Взаимодействие сплавов и самородного золота с ртутью и цианистыми растворами» [8]. Ее открывают главы «История исследований амальгам золота» и «Влияние состава и состояния поверхности твердой металлической фазы на смачиваемость ртутью». Необходимо подчеркнуть, что И. Н. Плаксин был первым, кто подошел к изучению амальгамации с позиций смачивания амальгамируемого металла ртутью. Он справедливо считал этот процесс центральным вопросом теории амальгамации и придавал

ему принципиальное значение при изучении ее механизма. Ученый был убежден, что понимание процесса смачивания ртутью и амальгамами позволит исследователям проникнуть в самые сокровенные элементы взаимодействия жидкого и твердого металлов и металлических сплавов, в физико-химию поверхностных явлений. Естественно, что процесс смачивания ртутью и амальгамами Плаксин стал изучать после того, как установил и исследовал диаграмму состояния системы золото — ртуть, так как эта диаграмма является «началом начал» теоретических основ амальгамации. Несомненно, что изучение этой системы и процессов смачивания при взаимодействии золота и ртути и сопутствующих им металлов — главная заслуга И. Н. Плаксина в разработке научных основ амальгамации.

Обосновывая необходимость самого детального изучения процессов смачивания при исследовании механизма амальгамации, Плаксин пишет: «Смачивание твердого металла жидким представляет общий интерес для изучения образования сплава из двух металлов, когда один находится в жидком, а другой — в твердом состоянии... Процесс смачивания является первой стадией взаимодействия, предшествующей диффузии жидкого металла в твердый и происходящей в поверхностном слое твердого металла» [8, с. 43]. Как видим, процесс смачивания, по мысли ученого, во всех случаях выдвигается на первое место при взаимодействии металлов, если один из них находится в жидком, а другой — в твердом состоянии. Важно, что Плаксин подчеркивает общий характер этого положения, так как в металлургических процессах такие случаи могут быть не только при амальгамации.

Он обращает внимание и на то, что в случае, если один из металлов — твердый, а второй — жидкий, смачивание всегда является начальной стадией их взаимодействия.

Эти два момента оказались очень важными при уяснении механизма и сущности амальгамации. В частности, они позволили дать многочисленные определения краевых углов смачивания и изучить: 1) изменение краевого угла смачивания золота ртутью в зависимости от состава твердой фазы в системе золото — серебро; 2) влияние состояния поверхности твердой и жидкой фазы на изменение краевого угла смачивания (в связи с подготовкой поверхности сплавов под бензолом; в результате пасси-

вирования кислородом поверхности золота и его сплавов с серебром под действием воздуха и воды; после удаления пассивирующего слоя посредством активации водородом); 3) изменение краевых углов смачивания в зависимости от давления и ударов.

Плаксин экспериментально исследовал влияние состава жидких фаз (ртуть и вода), а также физических условий на смачивание. При этом ученый показал: роль состава жидкой и гетерогенно-жидкой амальгамы в изменении краевого угла смачивания золота; значение удлинения серной кислотой пассивирующего слоя с поверхности твердой и жидкой металлических фаз; влияние концентрации кислоты и щелочи на изменение краевого угла смачивания золота ртутью и медными амальгамами; изменение краевого угла смачивания золота ртутью в зависимости от изменения потенциала поверхности, а также температуры.

Уже один только перечень изученных вопросов свидетельствует о значении, которое Плаксин придавал смачиванию при изучении взаимодействия ртути с золотом и другими металлами в условиях амальгамации, и о том, как всесторонне исследовал ученый этот вопрос.

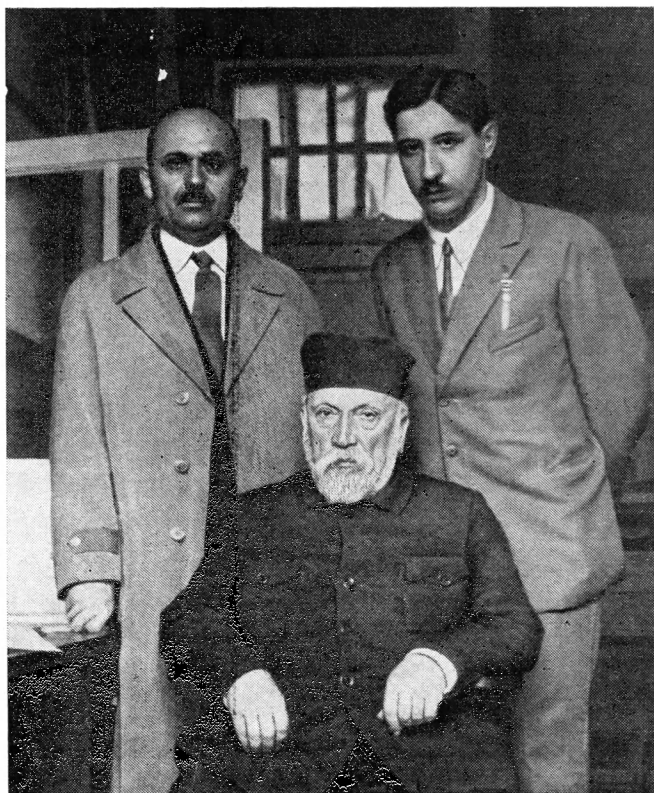
Столь же подробно изучил ученый и кинетику процессов растворения благородных металлов и их сплавов в цианистых растворах. Для этих исследований характерны тщательность постановки эксперимента и детальная разработка их методики. При этом он затронул целый комплекс вопросов: влияние состава твердой и жидкой фазы на скорость растворения; взаимодействие самородного золота с ртутью и цианистыми растворами, роль повышенного давления и накислоороживания как методов интенсификации цианирования золотых руд.

Монография завершается конкретными и обоснованными выводами по каждому разделу.

Важнейшие физические и химические свойства золота, серебра и их соединений описаны Плаксиным в первой части уже упомянутого выше учебника [6]. В частности, ученый аргументированно подтверждает «благородство» этих металлов. При этом он ссылается не только на то, что золото, серебро и платиновые металлы объединяются в группу благородных ввиду их химической инертности и особенно «в отношении образования кислородных соединений». Плаксин приводит убедительнейшие цифры, характеризующие теплоты образования

окислов благородных металлов (кал/моль): золото -12300 ; серебро $+6500$; платина $+19200$. Из этих цифр видна степень «благородства» каждого из рассматриваемых металлов (в качестве сравнения дается соответствующая величина для свинца $+52700$). Позднее, например, в книге «Опробование и пробирный анализ» [17, с. 108] Плаксин, по-видимому, уточнил теплоты образования соответствующих окислов: золото $-12,5$; серебро $+6,7$; платина $+9,0$; свинец $+50,9$ ккал/моль. Однако и уточненные, они не меняют общей картины выводов.

В этом ряду металлов золото выделяется особо: только у него величина теплоты образования имеет знак ми-



Почетный академик И. А. Каблуков (в центре), профессор Б. П. Пентегов (слева) и И. Н. Плаксин. Ленинград, 1927 г.

нус. Это значит, что для того, чтобы золото присоединило кислород, необходима затрата тепла, в то время как серебро и платина выделяют тепло при соединении с кислородом. Высокое значение теплоты образования окисла свинца подчеркивает особенность трех благородных металлов (золота, серебра и платины) и особенно золота.

Анализируя положение золота в периодической системе элементов, Плаксин еще раз подчеркивает основную химическую характеристику этого металла: «золото отличается химической индифферентностью и его соединения легко разлагаются» [6, с. 19].

На строгой физико-химической основе, с полным учетом метода физико-химического анализа (одним из основоположников которого является академик Н. С. Курнаков) Плаксин предельно кратко рассматривает системы и диаграммы состояния золото — ртуть, золото — серебро, золото — медь, золото — серебро — медь и золото — свинец. Делает он это потому, что серебро и медь — постоянные спутники золота в рудах, а разделение золота и свинца — одна из важнейших операций в металлургии.

Что касается системы золото — ртуть, то она была изучена Плаксиным с применением термического анализа, регистрирующего пирометра системы Н. С. Курнакова и микрографического метода исследования. Впервые Плаксин изложил основные положения, характеризующие диаграмму состояния системы золото — ртуть, в протоколах Русского физико-химического общества (Ленинград, 1927 г.)⁴, а опубликовал в подробном виде в 1938 г. в «Известиях сектора физико-химического анализа АН СССР» [44, с. 47]. При этом, как указывает сам автор, сплавы были изучены для всего интервала от золота до ртути при высоких температурах до 600°, и при низких — до 100° С [8].

Плаксин получил и опубликовал диаграмму системы золото — ртуть. Он установил, что ртуть образует в золоте твердый раствор предельной концентрации и дает с золотом два химических соединения, разлагающиеся ниже температуры их плавления. Растворимость золота и ртути при обычной температуре, как установил Плаксин, составляет 0,15—0,20% золота. Исследование выполнялось в стеклянных приборах, окруженных изотермической воз-

⁴ В 1945 г. И. Н. Плаксин совместно с Н. А. Суворовской опубликовал данные о системе платина — ртуть [80].

душной оболочкой, в отсутствии воздуха внутри приборов. Три химических соединения золота со ртутью, обнаруженные Плаксиным, имеют формулы AuHg_2 , Au_2Hg и Au_3Hg .

Изучение системы золото — ртуть до сих пор имеет принципиально важное значение для процесса амальгамации: оно расшифровывает поведение золота и ртути в этом процессе и создает научную основу для управления и регулирования технологией амальгамации. Практическое значение полученных И. Н. Плаксиным теоретических данных по амальгамации хорошо показано им самим.

Итак, процесс взаимодействия золота с ртутью играет решающую роль в извлечении золота из руд методом амальгамации. Основываясь на данных, полученных в процессе изучения системы золото — ртуть, и используя результаты исследований других ученых, И. Н. Плаксин формулирует принципиально важное положение: «Таким образом,— подчеркивает он,— процесс извлечения амальгамацией не может быть объяснен растворением золота в ртути. Ртуть, насыщенная золотом в весьма невысокой концентрации, поступает в оборот после процесса отжимки. Если бы золото в значительном количестве содержалось бы в ртути в растворенном состоянии, то тогда не была бы возможна операция отжимки амальгамы через замшу или через плотную тряпку, золото, растворенное в ртути, должно пройти через фильтр вместе с растворителем. То, что твердая (или — пластичная) часть амальгамы остается в процессе отжимки на фильтре, наглядно доказывает, что она не растворена в избыточном количестве ртути, а в совокупности с последней образует гетерогенную систему с двумя фаза-

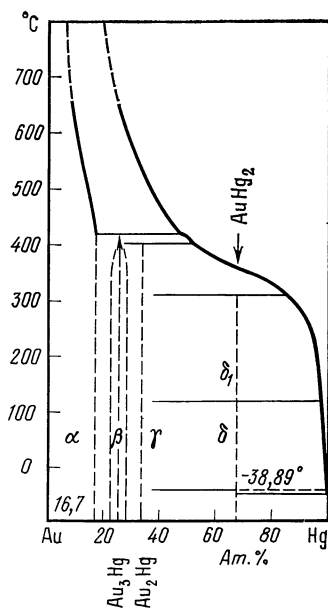


Диаграмма состояния «золото—ртуть», разработанная И. Н. Плаксиным

ми: 1) твердая или пластичная амальгама, которая (как показывает исследование системы золото — ртуть) представляет химическое соединение и 2) избыточное количество жидкой ртути, в которой золото растворено в весьма невысокой концентрации» [6, с. 75—76].

Что же лежит в основе извлечения золота ртутью в процессе амальгамации?

На этот вопрос до работ И. Н. Плаксина однозначно и четкого ответа не было. Ученый первым внес в него ясность. В частности, он писал: «Улавливание металлических (а также поверхностно-амальгамированных) частиц золота и серебра в процессе амальгамации измельченных руд или песков происходит в результате избирательного смачивания ртутью частиц извлекаемого металла; при этом все факторы, влияющие на процесс смачивания, сказываются на амальгамации.

Другие минеральные частицы ртутью не смачиваются и в силу этого в ртутную фазу переходят только частицы благородных металлов» [6, с. 77].

Плаксин был, пожалуй, первым металлургом (и уж, во всяком случае, первым ученым в металлургии благородных металлов!), кто показал и не только теоретически, но и экспериментально, используя метод измерения краевых углов смачивания, решающую роль процессов смачивания в ряде металлургических процессов.

Приведенное выше положение Плаксина о смачивании (избирательном!) ртутью благородных металлов во многом способствует правильному пониманию механизма процесса амальгамации. Важность этого положения состоит еще и в том, что процесс смачивания, в основе которого, как известно, лежит явление адгезии, позволяет рассматривать физико-химический процесс амальгамации на молекулярном уровне. Необходимо подчеркнуть, что это положение Плаксин сформулировал более 40 лет тому назад, когда подобный в настоящее время единственно правильный подход в оценке технологических процессов обогащения и металлургии был просто необычен.

Продолжая развивать мысль о роли смачивания и стремясь точнее связать теорию с практикой, Плаксин приходит к другому весьма важному для понимания реальных случаев амальгамации выводу: «Роль примесей, содержащихся в жидкой фазе амальгамы,— по мнению ученого,— становится ясной с точки зрения современной теории смачивания. Особенности процесса амаль-



**И. Н. Плаксин в лаборатории металлургии благородных металлов
МИЦМиЗ. 50-е годы**

гамации, указанные выше, и определяемые влиянием ряда компонентов, вводимых в состав жидкой фазы амальгамы, объясняются изменением краевого угла смачивания вследствие влияния на поверхностное натяжение ртути. Присутствие в ртути некоторого количества благородных металлов и небольшого (0,1%) количества тяжелых металлов улучшает смачивание поверхности золотых частиц вследствие понижения поверхностного натяжения» [6, с. 80]. Этим и объясняет ученый повышенную активность (в смысле улавливания золотых частиц) насыщенного раствора золота в ртути.

В заключение своего детального изучения физико-химических основ амальгамации И. Н. Плаксин формулирует «правило осуществления амальгамации» — исключительно емкое по содержанию, необычайно четкое по изложению, конкретное (а потому и необычайно ценное для практики) научное положение. Разработка этого правила — блестящий вклад ученого в развитие теории амальгамации: «Поверхность извлекаемого металла, — считает Плаксин, — должна быть, таким образом, подготовлена путем обнажения свежих поверхностей металла

очищением, активацией или осаждением слоя другого металла, чтобы частицы смачивались ртутью.

Изученные случаи амальгамации дают возможность прийти к выводу, что смачивание ртутью сопровождается образованием смачиваемым металлом амальгам, отвечающих по своему составу химическим соединениям или твердым растворам» [6, с. 90].

Столь же детально, опираясь на физико-химическую базу, рассматривает Плаксин и научные основы важнейшего технологического процесса извлечения благородных металлов из руд — цианирования. При этом он затронул и разобрал следующие вопросы: растворение золота и серебра в цианистых растворах, химизм и влияние этого процесса на ход растворения таких основных факторов, как наличие кислорода и его концентрация, диффузия, температура, концентрация цианида и щелочи, зависимость скорости растворения от геометрической формы частиц золота и других металлов, состава металлической фазы и, наконец, взаимодействия цианистых растворов с минералами, сопутствующими золоту и серебру в их рудах.

Об огромном вкладе И. Н. Плаксина в решение этих и других наиболее важных для процесса цианирования вопросов хорошо свидетельствует даже список его работ по гидрометаллургии благородных металлов, основная часть которых опубликована в конце книги. В этих работах ученого следует особо выделить два важных направления: интенсификация процессов цианирования золота при повышенном давлении кислорода и влияние вещественного состава цианируемого рудного материала на результаты и ход цианирования. В этих двух направлениях исследования И. Н. Плаксина являются основополагающими.

Базой для разработки этих новых технологических направлений послужили результаты теоретических исследований (выполненных И. Н. Плаксиным и под его руководством) по кинетике и механизму взаимодействия благородных металлов с цианидом (а также сплавов благородных металлов): влияние на процесс цианирования состава твердой и жидкой фазы с учетом систем золото — медь, золото — серебро и серебро — медь; действие кислорода и озона на кинетику процесса цианирования под давлением — в присутствии этих газов. Изучение кинетики и механизма процесса цементации позволило разработать

теоретические основы цементации золота на цинке, имеющие важное практическое значение.

В работах И. Н. Плаксина и С. К. Шабарина впервые было установлено, что при растворении в цианистом растворе чистого золота избыток кислорода, адсорбируясь и образуя поверхностную пленку, проявляет пассивирующие свойства. При наличии же в сплаве с золотом серебра и меди, обычно присутствующих в самородном металле, повышение концентрации кислорода в растворе резко увеличивает скорость растворения золота. Плаксин объяснил столь различное влияние кислорода тем, что серебро, медь и другие примеси ускоряют процесс диссоциации адсорбированных молекул кислорода на атомы, предшествующий поглощению последними электронов, освобождаемых при ионизации золота. Эта закономерность легла в основу дальнейших исследований по интенсификации процесса цианирования золотосодержащих руд.

И. Н. Плаксин совместно с профессором М. Д. Ивановским изучили с помощью метода радиоактивных изотопов влияние меди, цинка, железа, мышьяка, сурьмы, сульфидной серы и окиси кальция на скорость растворения золота и серебра в цианистых растворах.

Научным обоснованием кинетических особенностей процесса выщелачивания золота цианистым раствором стало исследование, проведенное И. Н. Плаксиным совместно с профессором Н. А. Суворовской и группой сотрудников. В ходе его было показано, что образование на поверхности металла пассивирующих пленок — результат адсорбции медно-цианистых соединений, ферроцианидов, сульфоантимонидов, гидроксил-ионов и других соединений. Этот факт имел особо важное значение для практики цианирования руд и концентратов сложного состава, содержащих значительное количество поглотителей цианида и щелочи.

И. Н. Плаксин (совместно с Н. А. Суворовской и О. К. Будниковой) разработал теоретические основы процесса цементации золота из цианистых растворов цинком. Ученый в содружестве с М. А. Кожуховой предложил новый процесс осаждения золота и серебра непосредственно из цианистых пульп цинковой амальгамой. В этих основополагающих исследованиях впервые были изучены кинетика и механизм процесса цементации золота и серебра, показаны значение степени обескислороживания

растворов, роль состава осадителя и жидкой фазы и метода контактирования осадителя с раствором, выдвинута идея о непосредственном осаждении благородных металлов из пульп, исключая технологическую схему цианирования, а также дорогостоящие операции фильтрования пульп и промывки осадков. Это прогрессивное направление в настоящее время реализовано в бесфильтрационном процессе цианирования пульп с применением ионитов.

К крупным недостаткам цианистого процесса, который уже в течение 90 лет является основным гидрометаллургическим методом промышленного извлечения золота из рудного сырья, относится ядовитость реагента, а также трудность и высокая стоимость обезвреживания отходов золотоизвлекательных фабрик и заводов. Поэтому замена цианистых щелочей безвредными реагентами для выщелачивания золота и серебра представляет весьма актуальную задачу. В этой связи особо важное значение имеют перспективные исследования И. Н. Плаксина (проведенные совместно с М. А. Кожуховой) по применению для растворения золота и серебра слабокислых растворов тиокарбамида (тиомочевины) с концентрацией 0,3—0,7% и небольших количеств окислителя — сульфата окиси железа и др. Как показали исследователи, тиокарбамидный процесс может быть эффективно использован для извлечения золота и серебра из руд различного типа, в частности, из особо упорных для цианирования сурьмянистых руд и концентратов. В последние годы перспективность тиокарбамидного процесса при переработке золотосодержащих руд и концентратов подтверждена в ряде работ Уральского и Ташкентского политехнических институтов и др. Здесь следует упомянуть и об успешном применении слабокислых растворов тиокарбамида в ионообменном процессе цианирования руд для десорбции золота и серебра с насыщенных анионитов.

Большую роль в развитии теории и практики цианирования золотосодержащих руд и концентратов сложного состава сыграли исследования И. Н. Плаксина (совместно с М. А. Кожуховой) по регенерации цианистых растворов. В них детально изучены основы кислотного метода регенерации цианида из растворов, содержащих комплексные цианистые соединения цинка, никеля, меди и железа, и разработано важное усовершенствование процесса регенерации медно-цианистых комплексов путем окисления одновалентной меди в двухвалентное соединение.

Последнее позволяет повысить степень регенерации цианида с 66 до 100%. Большой интерес представляет также разработанный Плаксиным новый метод регенерации цианида из роданистых соединений. Эти исследования послужили основой для проектирования и строительства первой в СССР регенерационной установки на Лениногорском цианистом заводе по переработке старых хвостов обогатительной фабрики.

Исследования Плаксина по регенерации цианистых растворов приобретают особую ценность в настоящее время в связи с проблемой защиты окружающей среды от воздействия вредных веществ, в частности с необходимостью обезвреживания от цианистых соединений сточных вод и хвостов золотоизвлекательных и обогатительных фабрик.

Большое теоретическое и практическое значение имеют исследования Плаксина, связанные с разработкой новой автоклавной технологии переработки сложных сульфидных золотосодержащих руд и концентратов — пиритных, медистых, мышьяковистых, сурьмянистых, характеризующихся особой упорностью в отношении извлечения золота прямым цианированием или после предварительного обжига. Основой этого процесса является окислительное разложение концентратов в сернокислой, щелочной или аммиачной водных средах при высоких температурах (80—180° С) и под давлением кислорода (1—20 атм.) или воздуха. В этой связи И. Н. Плаксин и А. И. Синельникова предложили оригинальный процесс комплексной переработки сложных медно-пиритных и медно-цинково-цинково-пиритных золотосодержащих концентратов с автоклавным окислением и выщелачиванием 26%-ным раствором аммиака при температуре 80—100° С и давлении кислорода 5—20 атм., осаждением из растворов меди и цинка ионным обменом на смолах и высоким извлечением золота цианированием твердого остатка.

Большой интерес представляет также работа И. Н. Плаксина и А. А. Мазуровой по автоклавному разложению золото-мышьяковых, арсениопиритно-пиритных концентратов в 18%-ном растворе едкого натра при температуре 115—117° С и давлении кислорода 10—15 атм., с переводом в раствор до 98% мышьяка и извлечением золота при цианировании твердого остатка до 96—99%.

Важным результатом исследований Плаксина по автоклавной технологии является установление возможности

выщелачивания золота и серебра в аммиачных и щелочных растворах. Это объясняется образованием при окислении сульфидных минералов тиосульфатов, которые при повышенной температуре эффективно растворяют золото и серебро. Тем самым Плаксин выдвинул новое направление в гидрометаллургии благородных металлов — автоклавный тиосульфатный процесс, позволяющий исключить цианирование.

Совместно с профессором М. Д. Ивановским Плаксин изучил и разработал цикл комбинированных обогатительно-гидрометаллургических технологических схем для комплексной переработки золотосодержащих руд и концентратов сложного состава (Дарасунское, Джетыгоринское, Ключевское месторождения).

В послевоенные годы в гидрометаллургии все большую роль начинают играть сорбционно-экстракционные методы извлечения металлов, с применением ионитов (ионообменных смол). Одним из зачинателей этого прогрессивного направления стал И. Н. Плаксин. Ученого по праву можно назвать одним из пионеров использования сорбционной технологии применительно к процессам цианирования (1953—1955 гг.). Важно отметить, что Плаксин первый стал изучать условия применения этой технологии непосредственно к рудным пульпам. В его первых исследованиях по использованию сорбционной технологии в цианистом процессе участвовали: профессора М. Д. Ивановский, Г. С. Гирдасов и А. Ю. Бейлин.

Совместно с академиком Б. Н. Ласкориним и Г. Н. Шивриным он обосновал и разработал новый метод экстракции золота и серебра аминами. Ученый определил условия экстракции золота из хлоридных растворов, обогатил теоретические основы гидрометаллургии урана с использованием теории электронных переходов и, работая с отечественными ионообменными смолами, показал эффективность низкообменных смол. Ученый заставил по-новому взглянуть на теорию сорбции цианистых комплексов. Больше того, он развил метод электроолирования слабокислыми растворами тиомочевины, а также метод осаждения золота и серебра свинцовой пылью из тиомочевинных элюатов.

В 1964 г. выходит в свет монография И. Н. Плаксина (написанная совместно с С. А. Тэтару) «Гидрометаллургия с применением ионитов» [64]. Эта книга — яркий пример актуальности научных изысканий ученого. Вни-

мательно следя за развитием естественных наук, Плаксин всегда стремился отыскать в них те аспекты, которые можно было бы творчески применить в гидрометаллургии или в обогащении полезных ископаемых и тем самым выдвинуть эти две области на передовые рубежи науки и техники.

Состоявшийся в декабре 1963 г. Пленум ЦК КПСС принял решение об ускоренном развитии химической промышленности. В частности, предусматривалось довести к 1970 г. производство пластических масс и синтетических смол до 3,5—4 млн. т. Тем самым, подчеркивал в предисловии к монографии Плаксин, стали ясны масштабы широкого использования ионообменных смол (ионитов) для осуществления многих химико-технологических и гидрометаллургических процессов. Ученый называет наиболее перспективные направления в применении ионитов: замена высокотемпературной технологии химическими методами, осущестляемыми в водной среде; извлечение металлов из растворов и разделение их друг от друга с помощью ионитов; использование ионитов для регулирования ионного состава жидкой фазы при флотационном обогащении полезных ископаемых, а также в комбинированных флотационно-гидрометаллургических процессах.

Опыт успешного применения сорбционной и ионообменной технологии в производстве урана, а также развитие исследований по применению этих новых технологических процессов в СССР и за рубежом послужили Плаксину и его соавтору основанием для обобщений, глубокого научного анализа, развития теоретических положений и определения наиболее перспективных направлений развития технологии в области использования ионного обмена. В начале монографии были рассмотрены в общем виде главные аспекты, касающиеся ионообменных соединений (минеральных, органических и других), ионного обмена на смолах, а также кинетика и техника ионного обмена. Далее весьма подробно излагаются вопросы применения ионитов во флотационных процессах (сорбция реагентов ионитами для регулирования флотации и очистки хвостовых вод от реагентов, флотирuemость ионитов и др.). Затем столь же детально освещена ионообменная сорбция благородных металлов, а также цветных и редких металлов и урана. Все это свидетельствует о том, что эта всеобъемлющая по содержанию монография со-

здает солидную научную основу не только для использования ионитов, но и для проведения дальнейших исследований с целью совершенствования существующей технологии и разработки новых областей применения ионитов в гидрометаллургической и обогатительной (флотационной) технике.

Большой интерес представляют теоретические изыскания И. Н. Плаксина, примыкающие к названным выше работам по ионному обмену в гидрометаллургии. Речь идет, в частности, об изучении им совместно с С. А. Тэтару процесса элюирования ксантогенатов с ионообменных смол [60]. В этой работе показано влияние поляризуемости ксантогенатов на их элюирование. Оказалось, что для хорошего элюирования этилового ксантогената вполне достаточна концентрация элюанта двухпроцентного раствора NaCl, в то время как для элюирования других ксантогенатов необходимы более концентрированные элюанты. Это привело исследователей к выводу о том, что сродство анионита к производным ксантогеновой кислоты растет по мере увеличения углеводородной цепи последних. Рост же сродства ксантогеновых гомологов к смоле с увеличением их аполярной части объяснялся увеличением их поляризуемости по мере удлинения углеводородной цепи. В случае данных реагентов основной компонентой поляризуемости, по мнению Плаксина и Тэтару, следует считать электронную поляризуемость. Но при этом необходимо учитывать, что у низших членов гомологических рядов при наличии большого дипольмомента ориентационная поляризуемость имеет одинаковое значение для всех членов ряда при одинаковой температуре и что атомная поляризуемость относительно невелика и мало меняется с удлинением углеводородной группы. Электронную поляризуемость авторы рассчитали, исходя из значения рефракции.

Научные интересы и направления исследований И. Н. Плаксина и его школы в области гидрометаллургии очень широки и охватывают не только кардинальные проблемы производства благородных металлов, но и важные вопросы гидрометаллургии меди, ртути, сурьмы, некоторых редкоземельных элементов (РЗЭ), редких и радиоактивных металлов.

С проблемой извлечения РЗЭ И. Н. Плаксин столкнулся при разработке методов обогащения и комплексного использования сложного минерального сырья, содержа-

щего эти элементы. Из-за сходных физических и химических свойств РЗЭ извлечение, разделение и получение их в чистом виде относится к труднейшим задачам гидрометаллургии и химической технологии. Обычно эти задачи решаются с использованием громоздких длительных и недостаточно эффективных методов, таких, как дробная кристаллизация, дробное осаждение и др. Плаксин в работе с РЗЭ пошел по пути применения новых, более прогрессивных и эффективных методов ионного обмена на смолах и жидкостной экстракции органическими растворителями. Вместе с ним над проблемой РЗЭ работали профессор М. Д. Ивановский, а также ряд учеников и сотрудников.

Важнейшей задачей их обширных исследований явилось изыскание и изучение новых экстрагентов, более эффективных, чем применяемый в практике и обладающий недостатками трибутилфосфат (ТБФ). Среди большого числа работ в области экстракции РЗЭ, проведенных под руководством Плаксина, следует отметить: исследования Н. А. Суворовской и Ю. С. Кузнецовой по использованию в качестве экстрагента ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д-2-ЭГФК); работу П. В. Семенова по экстракции РЗЭ смесью эфиров карбоновых кислот и ТБФ; обширный цикл исследований по экстракции РЗЭ карбоновыми кислотами (ЖСК), выполненный К. Ф. Барышевой, А. В. Астафьевой, В. С. Стрижко и др. Важное значение имеют теоретические и технологические исследования Ю. С. Федотова по применению комплексообразующих реагентов при экстракции РЗЭ органическими кислотами — ЖСК и Д-2-ЭГФК, наметившие эффективные пути разделения РЗЭ цериевой и иттриевой подгрупп.

Позднее были с успехом изучены кинетика, механизм и возможности практического использования для экстракции РЗЭ ряда других реагентов: полиалкилфосфорногидрильной кислоты — ПАФН — (Льву-Фат-Минь), триизофосфинооксида — ТИАФО — и бидентатных фосфорорганических соединений (О. П. Аврамова). Большой теоретический и практический интерес представляют дальнейшие исследования учеников Плаксина — В. С. и Л. С. Стрижко по экстрагентам новых видов: смоляных кислот, азотсодержащих фосфорорганических соединений и окисей арсинов. Необходимо подчеркнуть, что в этих работах была показана и теоретически обоснована высо-

кая эффективность для экстракции РЗЭ соединений последнего типа.

Широкие научно-исследовательские работы И. Н. Плаксина и его сотрудников по экстракции РЗЭ внесли ценный вклад в теорию и технологию этого нового и важного для промышленности процесса и наметили пути его дальнейшего совершенствования.

Характеристика вклада И. Н. Плаксина в гидрометаллургию будет неполной, если не остановиться на его оригинальных и во многом основополагающих работах по опробованию и пробирному анализу — основному методу технологического контроля в металлургии благородных металлов.

И. Н. Плаксина можно по праву назвать выдающимся специалистом в области опробования и пробирного анализа — весьма важной научной дисциплины, входящей в группу химико-металлургических предметов, составляющих основу знаний специалистов в области металлургии и особенно — металлургии благородных металлов. Долгое время эта дисциплина называлась «пробирным искусством» и базировалась на простом копировании в лабораторных масштабах металлургических операций.

Плаксин заставил взглянуть на этот предмет с новой стороны, справедливо считая, что к непосредственной задаче изучения пробирного анализа на основе повторения металлургических процессов необходимо добавить и изучение основ пирометаллургии. В предисловии к книге «Опробование и пробирный анализ» [17] он пишет: «В последние 12 лет преподавание этой дисциплины еще более расширило свои научные основы. Этому способствовали работы в области самого пробирного анализа, а также в области физической химии, особенно — физикохимии поверхностных явлений (акад. П. А. Ребиндер и др.) и теории металлургических процессов. Это позволяет значительно углубить теоретические представления при изучении пробирного анализа и считать его научной дисциплиной, а не только «искусством», как было ранее» [17, с. 5].

Как известно, пробирный анализ на содержание золота, серебра и платиновых металлов заключается в плавлении пробы исследуемого вещества с флюсами, содержащими металлический свинец или глет (PbO) с восстановителем. Расплавленный свинец, хорошо смачивая частицы благородных металлов, растворяет их и образует с ними

сплав — веркблей. Последний отделяется от шлага и подвергается купелированию: помещается в пористые сосуды из костяной муки (капели) и плавится. В результате окислительной плавки на поверхности капели остается сплав благородных металлов — королёк.

Большой вклад, внесенный И. Н. Плаксиным в теорию процесса купелирования, состоит в том, что он развил эту теорию на основе физико-химических представлений об избирательном смачивании окислами вещества капели. «Вследствие капиллярных сил, — указывал ученый, — окислы всасываются пористой массой капели, а металлы остаются на ее поверхности. Так как в окислы переводятся неблагородные металлы, то на указанном свойстве основано разделение их от благородных» [17, с. 107].

Все эти положения он подробно рассмотрел и проанализировал с позиций термодинамики в книге «Опробование и пробирный анализ». Этот труд недаром стал настольной книгой металлургов. Ученый дал в ней метод расчета тигельной плавки при пробирном анализе; разработал методы пробирного анализа на платину и платиноиды; совместно с С. К. Шабариным предложил метод пробирного анализа, основанный на применении вместо глета окиси меди и использовании меди в качестве коллектора благородных металлов.

В своих работах, независимо от того, носили ли они по преимуществу теоретический или технологический характер, И. Н. Плаксин всегда выступал как ученый и инженер. Все его теоретические исследования отличались практической целенаправленностью, а технологические — выполнялись на высоком теоретическом уровне. Этим и можно объяснить, что все работы И. Н. Плаксина — теоретически обоснованы и практически актуальны.

Неудивительно, что Плаксина всегда интересовала проблема интенсификации технологических процессов. Свои соображения относительно интенсификации процессов извлечения золота из руд ученый изложил в докладе на Всесоюзном совещании по обогащению полезных ископаемых в 1940 г. [11]. Это выступление лишний раз свидетельствует о ярко выраженной способности Плаксина к крупным и широким обобщениям, его умении смотреть далеко вперед и ясно видеть наиболее перспективные в теоретическом и практическом плане направления развития науки.

В начале доклада Плаксин обосновывает наиболее важные направления гидрометаллургии золотых руд, где интенсификация технологических процессов необходима в первую очередь. Речь идет об амальгамации, цианировании, обезвоживании и процессах осаждения металла из растворов. При этом Плаксин подчеркивает, что цианирование и амальгамация — медленно протекающие процессы и их ускорение по этой причине является весьма важной задачей; в свою очередь, процессы обезвоживания требуют для своего осуществления больших производственных площадей; а осадительные — энергоемки и нуждаются в повторном сгущении перед фильтрацией.

Плаксин обращает внимание на то, что для процессов цианирования самым характерным является наличие диффузионного слоя у поверхности частиц золота, где концентрации цианида и кислорода понижены по сравнению с объемом раствора. По его словам, в 1934 г. за рубежом были сделаны попытки развить представления о диффузии на границе раздела твердой и жидкой фаз и определить оптимальную концентрацию цианида в растворе, насыщенном кислородом, для разных условий. Однако наряду с совершенно убедительными представлениями, заимствованными из диффузионной теории, выдвинутые концепции не были обоснованы экспериментально, и количественные выводы окончательных подсчетов вследствие абстрактности принятой методики расходились с действительностью [11, с. 2].

Плаксин и здесь остается верен себе. Как истинный ученый, он доверяет прежде всего эксперименту, считая беспочвенное абстрагирование в науке непригодным путем, ведущим к разрыву с действительностью. В этой связи ученый говорит о пути, ведущем к коренному увеличению скорости цианирования: «В 1937 г. мною совместно с А. П. Зефириным была показана и обоснована возможность перехода к совершенно новым скоростям выщелачивания золота из руд и концентратов при ускорении процесса цианирования в пределах от 12 до 36 раз в случае применения давления воздуха до 8 ат» [11, с. 2—3]. В том же году опыты были перенесены на Балейскую золотоизвлекающую фабрику, эксперименты в заводских условиях полностью подтвердили результаты лабораторных исследований, показав возможность цианирования в течение 1—2 ч вместо практикуемых на фабрике 24—36 ч.

Докладчик остановился и на идее накислоороживания пульпы. При этом он не только рассказал о ее реализации, но и показал, в каких случаях этот путь обеспечивает наиболее эффективную интенсификацию. Найденные новые решения сразу же вывели советскую науку в области гидрометаллургии золота на передовые рубежи. «В последние годы,— не без гордости констатирует Плаксин,— интенсификацией цианирования посредством значительного повышения концентрации кислорода занялись и иностранные исследователи» [11, с. 5].

Особое место в работах И. Н. Плаксина в этой области занимает фундаментальная монография «Гидрометаллургия» (написанная совместно с профессором Д. М. Юхтановым), изданная в 1949 г. [23]. При работе над ней авторы учли все передовое и прогрессивное, что было достигнуто к тому времени в гидрометаллургии у нас и за рубежом. Книга впитала все наиболее существенное, что сделали в гидрометаллургии И. Н. Плаксин и представители его школы, особенно в области теоретических основ этой отрасли. За эту монографию авторы были удостоены Государственной премии.

По оригинальности подбора значительной части материала, новизне в раскрытии основных теоретических положений и сущности отдельных технологических процессов, высокому научному уровню и полноте изложения эта книга не имела себе равных в отечественной и зарубежной научно-технической литературе. В ней впервые разобраны общие теоретические основы гидрометаллургии в целом, в полном объеме (независимо от объектов ее технологического использования). Это обстоятельство (с точки зрения изучения гидрометаллургии как научной и учебной дисциплины) делает книгу весьма ценной в познавательном отношении. Больше того, в области технологии книга охватывает практически все металлы, которые извлекаются из минерального сырья гидрометаллургическими методами. В ранее изданных работах излагались технологические основы гидрометаллургии лишь какого-либо одного металла (меди, цинка, никеля, сурьмы и т. д.). И, наконец, книга является не только монографической, но и учебной (она рекомендована как учебное пособие). По своему богатому содержанию она — своеобразная энциклопедия в области гидрометаллургии. И. Н. Плаксиным написана почти вся общетеоретическая часть (физико-химические основы и теория гидрометал-

лургических процессов) и гидрометаллургия благородных металлов.

В книге дано строгое и четкое определение гидрометаллургии как отрасли науки и техники, показано ее значение для народного хозяйства в наше время и возрастание ее роли в будущем. Гидрометаллургия, по мнению авторов, во многих случаях может быть удачно применена в сочетании как с обогащением полезных ископаемых, так и с пирометаллургией, что обеспечивает наиболее полное и комплексное использование минерального сырья.

Мы рассмотрели лишь небольшую часть исследований И. Н. Плаксина в области гидрометаллургии. Однако уже этот вклад ученого говорит о том, что он по праву является главой советской гидрометаллургической школы и одним из виднейших гидрометаллургов нашего времени.

Выдающийся ученый в области обогащения полезных ископаемых

Проблемами обогащения полезных ископаемых И. Н. Плаксин заинтересовался еще при решении теоретических и технологических задач в области гидрометаллургии. Ученый уже тогда ясно увидел технологическую близость этих двух процессов и высокую эффективность в ряде случаев их совместного применения для обеспечения достаточно высокого извлечения из руд благородных металлов. Выступая с докладами на всесоюзных совещаниях по обогащению полезных ископаемых (1940 г.) и касаясь проблем, связанных с повышением извлечения золота на обогатительных фабриках [11], он детально анализировал причины потерь золота в процессах обогащения и выдвигал пути снижения этих потерь на основе сочетания гидрометаллургических и обогатительных методов. Однако до Великой Отечественной войны И. Н. Плаксин не проводил специальных исследований, посвященных изучению тех или иных теоретических или технологических собственно-обогатительных проблем.

В 1943 г. И. Н. Плаксин, работая в Свердловске, становится как уже говорилось, научным руководителем крупнейшего и старейшего научно-исследовательского ин-

ститута по обогащению полезных ископаемых в нашей стране — Механобра, эвакуированного из Ленинграда, и ему приходится изучать непосредственно обогатительные проблемы. В то же время Плаксин параллельно с обогащением продолжает работать в области гидрометаллургии; он руководит кафедрой металлургии благородных металлов Уральского политехнического института, выпускает новое издание своего учебника «Металлургия благородных металлов» [44].

Число работ, которые выполняет ученый в области обогащения, начинает резко увеличиваться. В 1946 г. Плаксин избирается членом-корреспондентом АН СССР и быстро становится признанным и наиболее авторитетным ученым в области обогащения полезных ископаемых.

Созданный им в Институте горного дела АН СССР Отдел обогащения полезных ископаемых охватывает по тематике работ все наиболее важные направления обогатительной науки и техники. Исследованиям в области обогащения полезных ископаемых И. Н. Плаксин посвятил около 25 лет своей жизни. За это время он внес в эту область поистине огромный вклад.

Основным направлением исследований И. Н. Пластина в 40—50-х годах было изучение взаимодействия кислорода с сульфидными, а затем и с несulfидными минералами и влияния этого взаимодействия на последующую флотацию минералов. По мере развития этих работ ученый заинтересовался влиянием других газов на флотацию. Одновременно в поле его зрения находился не менее важный вопрос о причинах естественной флотиремости сульфидных минералов.

По всем этим вопросам, имевшим существенное практическое значение, во флотационной литературе существовал полный разрыв. Это было связано главным образом с несовершенством применявшихся для решения проблемы экспериментальных установок и методов.

Первые работы по влиянию кислорода на флотацию сульфидных минералов И. Н. Пластина начал еще в 1944 г. [14]. В наши дни они представляют не только исторический интерес. Эти исследования демонстрируют оригинальный подход ученого к решению этой сложной и интересной проблемы.

Плаксин указывает на особенность флотационного поведения сульфидов в зависимости от соотношения в их кристаллической решетке атомов металла и серы (особен-

ность, на которую ранее никто из исследователей не обращал внимания). Проведенные им лабораторные опыты, «показали, что действие кислорода, растворенного в жидкой фазе пульпы, на флотационную активность минералов различно в зависимости от соотношений между числом атомов металла и числом атомов серы в молекуле минерала. Таким образом, минералы, содержащие в составе молекулы два атома серы в нейтральном или кислом растворах, не испытывают понижения флотуемости даже при длительном (6 час.) окислении посредством продувки кислорода. В случае минералов, содержащих в составе молекулы один атом серы, происходит понижение флотуемости или сразу после начала накислороживания или — по истечении 1 часа» [14, с. 658—659].

Критикуя высказанную в 30-х годах Д. А. Шведовым гипотезу о причинах легкой флотуемости сульфидных и трудной флотуемости окисленных минералов, Плаксин в 1944 г. писал: «Изучение процессов, происходящих при окислении поверхностного слоя минерала, показывает значительно более сложные явления, чем указываемые в схематической трактовке образования сульфидо-сульфатов» [14, с. 660]. При этом Плаксин раньше, чем кто-либо из ученых, указал на принципиально важное положение о том, что «характер связи в кристаллической решетке влияет на условия образования поверхностных соединений при окислении минерала» [14, с. 660].

В работе И. Н. Плаксина, посвященной проблеме возникновения естественной гидрофобности сульфидных минералов [25], ученый дает четкое объяснение причин этого процесса. Он пишет: «Свежеобнаженная поверхность сульфидов, самородных металлов и некоторых других минералов в момент ее образования не гидрофобна. Сорбция кислорода, происходящая весьма быстро, может сделать поверхность минерала в той или иной степени естественно гидрофобной. Вследствие этого сульфидный минерал иногда может флотировать без введения реагентов-собирателей. В других случаях происходит лишь некоторое снижение степени первичной гидрофильности.

Вслед за сорбцией начинается химическое взаимодействие кислорода с поверхностью сульфида, результатом чего является окисление поверхности и уменьшение краевого угла. При бесколлекторной флотации это приводит к понижению флотуемости» [25, с. 92—93].

Это положение уточнялось, детализировалось в других более поздних работах, но его сущность оставалась неизменной в соответствии с приведенной формулировкой.

Рассматриваемая работа интересна тем, что она является первым шагом в теории флотации на пути к объяснению причин так называемой естественной флотиремости минералов: до исследований Плаксина по этому вопросу высказывались лишь самые различные предположения. И. Н. Плаксин совместно со своим учеником С. В. Бессоновым сконструировал установку, позволяющую практически полностью исключить кислород из флотационной системы и впервые осуществить не только флотационный эксперимент, но и предварительное измельчение минерала в бескислородных условиях. В итоге многочисленных исследований, проведенных в 1944—1956 гг., появилась возможность обобщить полученные результаты. Их суть Плаксин изложил в докладе «Роль газов во флотационных взаимодействиях», прочитанном на II Международном конгрессе по поверхностной активности в Лондоне в 1956 г. Ученый, в частности, отметил, что наряду с прямыми флотационными опытами «был изучен элементарный акт воздействия кислорода и других газов на сульфидные минералы и самородные металлы. При этом применен ряд методов: измерение краевого угла смачивания; измерение времени прилипания зерен сульфидов к пузырькам воздуха в контактном приборе, определение поглощения кислорода из сульфидных пульп, изучение ионного состава жидкой фазы сульфидных суспензий, измерение необратимых потенциалов сульфидных минералов. Результаты позволили дать единое объяснение наблюдаемым явлениям. Изучение времени прилипания зерен минералов к пузырьку воздуха в контактном приборе В. А. Глембоцкого показывает, что изменение поверхностных свойств протекает интенсивно у галенита и пирита и медленно в случае халькопирита. На поверхности галенита адсорбция происходит настолько быстро, что начальная гидрофильность поверхности в воде с обычным содержанием кислорода (7—8 мг/л) не улавливается» [79, с. 60].

В итоге Плаксин пришел к выводу о том, что «свежеобнаженная поверхность сульфидного минерала, имеющего ионную кристаллическую решетку или металла, в отсутствие кислорода в определенной мере гидрофильна. Кислород, растворенный в воде, адсорбируется на поверх-

ности минералов преимущественно с другими газами вследствие сил химического родства». При этом он указал на различные «последовательные стадии действия кислорода с переходом от лабильной формы закрепления к образованию химических соединений, что может быть, например, представлено следующим рядом: а) адсорбция; б) активированная адсорбция с закреплением кислорода; в) окисление поверхности с диффузией кислорода в поверхностном слое. Для разных сульфидов и металлов эти стадии протекают с различной скоростью в зависимости от химической активности сульфида (или — металла) к кислороду» [79, с. 61].

После этих работ стало очевидным, что кислород при сульфидной флотации следует рассматривать как важнейший флотационный реагент и как всякий реагент его необходимо использовать в необходимых количествах, т. е. дозировать. Эта дозировка должна быть различной для разных минералов и минеральных комплексов. Кислород, по мысли Плаксина, мощное средство интенсификации флотации сульфидных руд. Поэтому операция накислороживания и аэрации пульпы может и должна быть использована при сульфидной флотации.

В дальнейшем И. Н. Плаксин в содружестве со своими учениками (Р. Ш. Шафеев, В. А. Чантурия и др.) показал значение электронных переходов при химическом закреплении собирателя на минералах и творчески использовал при развитии теории флотации отдельные положения физики полупроводников. В результате он углубил понимание роли кислорода новыми положениями.

В этой связи особенно интересны две его работы обобщающего характера [55, 68]. В них Плаксин, в частности, подчеркивает, что для многих сульфидов установлено наличие донорных и акцепторных участков на поверхности минерала, распределение которых соответствует результатам микроавтордиографических исследований. Контакт кислорода с донорными участками поверхности минерала приводит к ионизации первого. Являясь активным акцептором электронов, кислород резко снижает концентрацию электронов на поверхности минерала и тем самым создает условия, благоприятствующие образованию хемоадсорбционной связи аниона собирателя с катионом кристаллической решетки минерала.

На участках акцепторного типа закреплению анионов собирателя способствует сама природа этих участков,

активно поглощающих электроны. Отсюда логически вытекает указание ученого о необходимости оценивать (тем или иным способом) в минерале локальные донорные и акцепторные уровни, плотность и знак заряда.

В начале 50-х годов И. Н. Плаксин (совместно с Е. М. Чаплыгиной) приступил к исследованиям взаимодействия кислорода и других газов с несulfидными минералами. В то время сама постановка подобных экспериментов у многих специалистов вызывала недоумение. Действительно, если способность к окислению у sulfидов воспринималась как нечто само собой разумеющееся, то что можно было ожидать от воздействия кислорода на несulfидные минералы, или тем более на такие предельно окисленные минералы, как кварц, кальцит, фосфат и др.? Между тем опыты показали, что продувка кислорода через пульпу, содержащую указанные минералы, ведет к значительному увеличению флотационного извлечения и скорости их флотации; вместе с тем продувка пульпы азотом (после кислорода) снимает эффект активации.

В 1962 г. Плаксин и Чаплыгина опубликовали весьма интересную монографию по воздействию газов на флотацию несulfидных минералов [59]. В ней они не только обобщили все основные экспериментальные материалы по данной проблеме, но и включили новые данные, полученные в опытах на кварце, кальците, барите, флюорите, фосфате, ильмените и цирконе с применением метода меченых атомов.

Экспериментальные исследования показали, что воздействие на исследуемые минералы кислорода, азота и воздуха вызывает существенное изменение флотиремости этих минералов. Было также установлено изменение как плотности слоя сорбированного собирателя, так и степени равномерности его поверхностного распределения. Плаксин и Чаплыгина показали, что минерал в результате воздействия на него одного и того же собирателя может иметь различную гидрофобность в зависимости от условий действия на него кислорода. Дополнительное воздействие кислорода обеспечивает возможность повышения плотности адсорбционного слоя собирателя и равномерности его поверхностного распределения, в то время как воздействие азота приводит к значительному снижению плотности собирателя.

В итоге исследователи пришли к заключению, что взаимодействие кислорода и азота с поверхностью окисленных минералов — процесс сложный и обычные представления об окислительных процессах не могут вскрыть его механизма. Это можно сделать лишь с позиций современных взглядов на адсорбционные явления, которые сейчас развиваются в физикохимии поверхностных явлений и в учении об адсорбции.

Тем не менее исследования Плаксина по изучению воздействия кислорода и азота на окисленные минералы положили начало большим работам, которые должны продолжить и развить ученики и последователи ученого. Слабо использует практические выводы из работ И. Н. Плаксина по взаимодействию минералов с газами во флотационных процессах и отечественная промышленность. А ведь, как известно, нигде в мире не сделано так много в области расшифровки механизма и изучения сущности процессов взаимодействия минералов с газами, как в СССР. И в этом — одна из наиболее крупных научных заслуг И. Н. Плаксина и его учеников.

Будучи ученым необычайно широкого диапазона, И. Н. Плаксин интересовался самыми разнообразными проблемами и направлениями в области обогащения полезных ископаемых. Однако в большей степени его привлекали физико-химические и химические аспекты обогащения. Этим, очевидно, объясняется то, что и среди большого числа его исследований в области обогатительных процессов основное место заняли работы по флотации. Эта тенденция творчества ученого не была случайной: флотация в наши дни и, по-видимому, в обозримом будущем будет играть главную роль среди всех методов обогащения полезных ископаемых благодаря своей универсальности, гибкости и совершенству.

Центральным вопросом во флотации И. Н. Плаксин справедливо считал проблему взаимодействия минералов с флотационными реагентами. Именно этой проблеме он уделил наибольшее внимание, считая, что успехи в ее решении окажутся наиболее продуктивными для практики обогащения.

Придавая исключительно важное значение эксперименту, Плаксин пользовался в своих работах различными методами. Это было особенно заметно в его исследованиях по взаимодействию минералов с реагентами. Разработку или выбор метода ученый никогда не рассматривал

как самоцель. Однако понимал, что дело это трудное и ответственное и само по себе часто уже является творческой исследовательской работой. И. Н. Плаксин и сам был создателем многих новых прогрессивных методов исследования. При этом он всегда стремился предугадать — какие результаты и решение каких задач может обеспечить тот или иной метод. Это особенно хорошо видно на примере использования им двух методов — меченых атомов (радиометрия и микроавторадиография) и инфракрасной спектроскопии. Эти методы оказались наиболее результативными при изучении взаимодействия минералов с реагентами в процессах флотации.

Радиометрические методы, широко используемые в самых различных научных областях, были взяты на вооружение обогатителями США и СССР почти одновременно. Уже сам факт применения их в обогащении можно считать громадным шагом вперед. Однако поначалу это была лишь чистая радиометрия, с помощью которой удалось выяснить количество реагентов, сорбируемых минералами в тех или иных условиях. Однако, как совершенно правильно заметил И. Н. Плаксин, радиометрия «не может ответить на вопрос о распределении реагентов на поверхности частиц минерала. На этот вопрос в значительной мере можно получить ответ, применяя микроавторадиографию, особенно для тех случаев, когда имеется хемосорбционное закрепление реагентов на поверхности минералов» [55, с. 21].

И. Н. Плаксин явился пионером в создании и использовании метода микроавторадиографии для изучения процессов взаимодействия минералов с реагентами при флотации [45]. Хотя целый ряд приемов, положенных в основу этого метода, в принципе был известен, но для названных целей он не применялся. Потребовалась большая творческая работа ученого и руководимого им коллектива исследователей, чтобы создать методику и технику экспериментирования с этим методом при решении теоретических проблем флотационного процесса.

И. Н. Плаксин с сотрудниками разработал несколько разновидностей микроавторадиографии, дающих возможность выяснять различные стороны механизма действия реагента на минералы. Важно подчеркнуть, что опыты проводились на частицах минерала флотационной крупности, а не на шлифах (т. е. в условиях, максимально приближенных к реальному флотационному процессу)

[45, 63]. В число этих разновидностей входили: контактная микрорадиография, основанная на фотометрическом сравнении плотностей потемнения с целью регистрации монослойного покрытия;

следовая микрорадиография, основанная на погружении минеральной частицы в расплавленную жидкую эмульсию, или — покрытие частицы жидкой или съёмной эмульсией сверху (количественная оценка в этом случае производится по трекам, со статическим подсчетом при помощи интегратора по сетке);

мокрая микрорадиография, основанная на микрорадиографировании зерен минерала, покрытых тонким слоем фотоэмульсии с нанесением промежуточного тончайшего защитного слоя.

Совместное применение микрорадиографии и радиометрии позволяет установить характеристику зависимости извлечения от плотности слоя реагента-собираателя, а также определить влияние на технологические показатели флотации степени равномерности распределения реагента на поверхности минеральных частиц флотационных размеров.

О степени дифференцированности (в зависимости от целей и характера изучаемого объекта) разработанной методики свидетельствует целый ряд фактов. Оказалось, например, что для частиц размером 500—200 мкм с хорошо выраженной спайностью лучше всего подошел метод контрастной автордиографии с применением фотопластинок НИКФИ, имеющих эмульсионный слой порядка 7—10 мкм; для частиц той же крупности, но не обладающих хорошо выраженной спайностью, а также для более мелкого материала следует наносить эмульсионный слой непосредственно на поверхность исследуемых частиц. При работе с частицами более мелкими (не крупнее 75 мкм) наиболее рационален метод мокрой радиографии.

Полная характеристика поведения реагента на поверхности минерала достигается применением указанных выше методов совместно со следовой микроавтордиографией, которая позволяет установить как распределение реагента по периметру отдельных частиц, так и адсорбцию реагентов отдельными частицами флотационной пульпы.

Количественная оценка слоев реагентов на частицах размером 200—500 мкм производится на основании микро-

фотометрирования почернений участков микроавторадиограмм, полученных контрастной микроавторадиографией.

Понятно, что за этими лаконичными и весьма конкретными методическими указаниями стоит огромная экспериментальная работа. И. Н. Плаксин с группой своих учеников (С. П. Зайцевой, Г. А. Мясниковой, В. И. Тюриковой, Г. Н. Хажинской и Р. Ш. Шафеевым), обобщив материал, полученный в руководимых им лабораториях Института горного дела в 50–60-х годах, создал очень ценное методическое руководство «Применение радиоактивных изотопов для исследования процессов флотации» [63].

Разработанная под руководством Плаксина методика количественной авторадиографии позволила впервые количественно оценить степень неравномерности распределения реагентов — собирателей (например, ксантогенатов) на поверхности минеральных частиц в зависимости от длины углеводородного радикала, водородного показателя жидкой фазы флотационной пульпы, концентрации кислорода и реагентов-регуляторов, а также показать влияние всех этих факторов на технологические показатели процесса флотации [45, 63]. В ходе экспериментов, например, было установлено, что вариационный коэффициент неравномерности распределения (покрытия) галенита этиловым ксантогенатом составляет 168%, причем отношение максимального покрытия к минимальному находилось в пределах 3–8, а в некоторых случаях достигало 15. Повышение расхода этилксантогената со 100 г/т в три раза не приводило к образованию сплошного покрытия частиц реагентом, но вызывало возрастание коэффициента неравномерности до 385% и отношения плотностей покрытия до 10–17. Также неравномерно распределяются на поверхности галенита бутиловый и амиловый ксантогенаты. При этом коэффициенты неравномерности у них выше, чем у этилового ксантогената, и составляют соответственно 262 и 289%. Весьма интересно, что в случае применения сочетаний ксантогенатов наблюдается более равномерное распределение реагентов на поверхности минерала. Так, при соотношении этилового и бутилового ксантогенатов 1:1 и суммарном расходе их 100 г/т коэффициент неравномерности снижается до 73%, а соотношение максимальной и минимальной плотностей уменьшается до 2–3.

Неравномерность распределения реагента на поверхности частиц и между отдельными частицами дает возможность количественно оценить степень неравномерности поглощения флотационных реагентов минералами, используя два показателя: вариационный коэффициент и количество реагента, закрепленное на поверхности. При малом количестве закрепленного ксантогената переход минеральных частиц в пенный продукт определяется главным образом количеством закрепленного реагента. При достаточных количествах реагента эта зависимость в большей степени определяется равномерностью распределения реагента на поверхности минеральных частиц.

Роль кислорода как фактора, стимулирующего флотацию сульфидов, состоит в том, что по мере возрастания его содержания в пульпе (и на поверхности минеральных частиц), будучи активным акцептором электронов, он увеличивает количество активно работающих донорных участков, усиливающих акцепторный процесс. Это приводит к значительному увеличению закрепляющихся на минерале анионов собирателя. В ходе исследований не было обнаружено сколько-нибудь заметного закрепления собирателя (даже при такой громадной его концентрации, как 1000 г/л) и отсутствия флотации в среде, содержащей лишь следы кислорода. Удалось радиографически показать наиболее равномерное (по сравнению с бутиловым и амиловым ксантогенатами) распределение этилксантогената.

Характерно, что кислород повышает равномерность распределения собирателя на поверхности сульфидного минерала. Это свое действие кислород проявляет и по отношению к оксигидрильным собирателям, закрепляющимся на таких несulfидных минералах, как флюорит, барит, ильменит, циркон, фосфат. Например, при концентрации кислорода 0,17 мг/л коэффициент неравномерности равен 224, а при 39 мг/л — 74%.

Применение радиоактивных методов дало возможность внести ясность в механизм действия депрессоров. Так, было установлено, что хромат при депрессии сфлотированного ксантогенатом галенита не вытесняет с его поверхности собиратель, а закрепляется на других, свободных участках поверхности минерала.

Как видим, И. Н. Плаксин с сотрудниками разработал целый комплекс весьма точных и иллюстративно-четких методов исследования наиболее сложных сторон взаимо-

действия минералов с реагентами при флотации, основанный на использовании радиоактивных изотопов. Применяя эти методы, ученый и его ученики продвинули далеко вперед теорию флотации в области наиболее важного ее раздела — взаимодействия минералов с реагентами. Они выяснили качественную картину и количественные закономерности образования адсорбционных слоев на поверхности частиц флотационной крупности, распределения реагентов на этой поверхности в разных условиях и влияния этих факторов на конечные результаты флотации. Тем самым они внесли громадный вклад в теорию и технологию флотационного процесса.

Здесь следует упомянуть еще об одной интересной разработке Плаксина — методе изучения физико-химических свойств неоднородной поверхности минералов путем исследования электрохимических ее свойств [47]. Применение этого метода позволило установить на поверхности сульфидных минералов, имеющих, как известно, полупроводниковую природу, одновременное наличие донорных (n — тип) и акцепторных (p — тип) участков, разделенных нейтральными участками. Они были обнаружены методом поляризационной индикации участков с разными потенциалами. В настоящее время этот метод используется в экспериментальных исследованиях по коррозии металлов и в физике твердого тела.

И. Н. Плаксин всегда высоко ценил тонкие экспериментальные методы, раскрывающие большие возможности в изучении механизма и природы взаимодействий минералов с водой, газами и флотационными реагентами. Стремясь получить достоверную картину сложных процессов взаимодействия, протекающих во флотационных системах, ученый неоднократно указывал на необходимость применения в исследованиях не одного, а нескольких методов, сочетание (или — последовательное применение) которых в максимальной степени обеспечивает достижение наиболее надежных результатов. Поэтому неудивительно, что, когда на рубеже 50—60-х годов появились сообщения об использовании инфракрасной спектроскопии (ИКС) при изучении флотационных взаимодействий, Плаксин быстро организует в Отделе обогащения полезных ископаемых исследования по применению метода ИКС. В результате были расшифрованы многие интересные для теории и важные для технологии механизмы взаимодействия реагентов с минералами при флотации.

Все изложенное выше характеризует выдающуюся роль И. Н. Плаксина в развитии новых экспериментальных методов исследования в области флотации. Его работы способствовали распространению этих методов и увеличивали вклад советской науки в теорию и практику обогащения полезных ископаемых.

Кроме разработанных и развитых И. Н. Плаксиным методов радиометрии, микроавтордиографии и инфракрасной спектроскопии, он широко использовал в своих исследованиях и многие другие. Среди них можно выделить: электрокинетический метод; метод, основанный на измерении удельной поверхности минеральных частиц флотационной крупности, созданный Б. В. Дерягиным, и метод Брунауэра-Эмметта-Теллера; методы спектрофотометрии, нефелометрии, потенциометрии и скоростной киносъемки, измерения времени прилипания воздушных пузырьков к минеральным частицам; метод, основанный на измерении краевых углов смачивания; метод избирательного растворения адсорбционных слоев; электронографический метод и метод электронной микроскопии; метод электродных потенциалов и некоторые другие. Столь богатый арсенал методов исследования позволил Плаксину и его сотрудникам за сравнительно короткое время собрать много весьма интересных данных общетеоретического и практического значения. В результате обогатительные фабрики получили ряд ценных указаний о режимах технологических процессов.

Успешное применение радиоактивных методов во флотационных экспериментах позволяло связывать результаты флотации минерала со степенью его покрытия собирателем. В свою очередь, это давало возможность судить о влиянии на конечный итог флотации концентрации собирателя, состава его солидофильной группы, длины углеводородного радикала, степени окисленности сульфида (если опыты проводятся на сульфидных минералах). Особенно интересно было выяснить, как влияет на равномерность покрытия применение целых сочетаний собирателей. Работы по этой проблеме, проведенные В. А. Глембоцким с сотрудниками, показали ярко выраженную эффективность использования при флотации смесей однотипных и разнотипных собирателей. Результаты этих работ получили выход в промышленность. А началось все с публикации И. Н. Плаксина и В. А. Глембоцкого, впервые освещающей проблему совместного применения

нескольких собирателей [33]. Авторы показали, что взятые вместе несколько собирателей действуют значительно эффективнее, чем если бы употреблялись индивидуально. Успех сочетания методов радиометрии и автордиографии с флотационными экспериментами был налицо. Вот что писали об этом сами исследователи: «При применении сочетаний реагентов-собирателей значительно увеличивается число частиц с плотностью слоя, обеспечивающей их флотационную активность. В то же время происходит снижение как количества частиц с плотностью слоя, превышающей оптимальную, так и числа частиц, не покрытых реагентом» [63, с. 46]. В случае применения смеси этил- и изоамилксантогенатов число частиц, не покрытых реагентом, уменьшается с 20% (этил) и 10% (амил) — до 2%; смесь этилового и бутилового ксантогенатов давала коэффициент неравномерности 37% при 25 г/т и 98 — при 200.

«Из результатов опытов выяснилось, что после максимального использования всех возможностей любого из ксантогенатов, примененных индивидуально, последующий контакт с раствором ксантогената, имеющего другую длину углеводородной цепи, приводит к дальнейшему росту плотности слоя за счет адсорбции второго ксантогената на участках поверхности частиц, не покрытых первым ксантогенатом. Эффективность действия сочетаний реагентов-собирателей при этом зависит от очередности введения их в пульпу. При обработке частиц минерала вначале ксантогенатом с более короткой цепью, а затем с более длинной эффективность достигает максимального значения. При обработке реагентами в обратной последовательности она значительно уменьшается. Максимальный эффект от последующего воздействия ксантогената наблюдается при применении сочетаний реагентов, сильно отличающихся длиной углеводородной цепи. Так, если при контакте минерала с бутиловым ксантогенатом после предварительного контакта с этиловым плотность слоя увеличивается на 30%, то при контакте с изоамиловым в этих же условиях на 55%» [63, с. 48].

Большое место в работах И. Н. Плаксина занимают минералы редких металлов. Как известно, ученый организовал и долгое время руководил лабораторией обогащения руд редких элементов. Сотрудники лаборатории занимались флотацией минералов титана, сульфидного и

окисленных минералов молибдена, вольфрама, циркония, бериллия, лития и многих других.

Особо следует сказать об исследованиях Плаксина в области флотационного обогащения углей. В этих работах, проведенных совместно с В. И. Классеном, Н. С. Власовой и другими сотрудниками, ученый получил новые данные о механизме закрепления аполярных собирателей на угольных частицах. В частности, Плаксин и Классен экспериментально доказали наличие концентрации аполярного собирателя вдоль трехфазного периметра контакта частицы и пузырька, что приводит к значительному повышению прочности прилипания частицы угля к воздушному пузырьку. Ученый выполнил большие исследования по выбору и обоснованию применения ряда новых эффективных реагентов для флотации углей, например, реагентов гетерополярного строения [36, 43]. В этих работах были использованы теоретические изыскания в области выявления влияния состава и структуры реагентов на их взаимодействие с углями.

Значительное число исследований И. Н. Плаксина (совместно с А. М. Околович и другими сотрудниками) касалось разработки методов контроля ионного состава жидкой фазы пульпы. Ученый справедливо считал данное направление работ весьма важным для создания базы автоматического управления процессами флотации на обогатительных фабриках [49].

Большой заслугой И. Н. Плаксина и его учеников (Р. Ш. Шафеев, В. А. Чантурия и др.) явились эксперименты, показавшие теоретическую и технологическую плодотворность использования научных представлений из области физики и физикохимии полупроводников в теории и технологии флотации [50, 71, 74]. Результаты этих исследований Плаксина значительно углубили теорию флотации, подняв ее на более высокий уровень.

Основанием для изучения полупроводниковых свойств минералов в связи с их флотацией является то, что преобладающее число минералов относится к классу полупроводников. Как известно, в зависимости от преобладания в полупроводнике свободных электронов (концентрация электронов — n_e) или дырок (концентрация дырок — n_p) различают полупроводники с электронной ($n_e > n_p$) или с дырочной ($n_e < n_p$) проводимостью. Состояние полупроводникового минерала хорошо определяет отношение n_e/n_p . Взаимодействие минерала — полупроводника с ионо-

генными собирателями, как показал И. Н. Плаксин, регулируется и определяется электронными переходами, которые совершаются между реагентами и минералами, взаимодействующими при флотации. Направление этих переходов зависит от химического потенциала электронов (уровень Ферми) минерала и окислительно-восстановительных свойств жидкой фазы. При взаимодействии анионного собирателя с минералом к последнему от реагента переходят электроны; этот переход обеспечивается тем в большей степени, чем ниже отношение n_e/n_p . При взаимодействии минерала с катионным собирателем имеет место обратный электронный переход, причем чем ниже отношение n_e/n_p у минерала, тем менее благоприятные условия для осуществления электронного перехода и закрепления реагента на минерале.

Во всех этих процессах наиболее существенным является то, что величина отношения n_e/n_p зависит от введенных в пульпу реагентов (например, восстановителей или окислителей). В соответствии с этим можно изменить условия закрепления на том или ином минерале необходимого реагента и в конечном счете повлиять на результаты флотации.

В дополнение к этим исследованиям Плаксин выдвинул и обосновал новое исключительно перспективное направление. Ученый предложил подвергнуть минералы мощным физическим воздействиям, которые, по его мнению, должны были коренным образом изменить их природу — способность к взаимодействию с реагентами и в конечном счете к флотации.

Сущность этого направления и весьма обнадеживающие результаты приведены в работе И. Н. Плаксина и его учеников, опубликованной уже после кончины ученого и в первом томе его избранных трудов [79, с. 292—300]. В ней, в частности, отмечается, что предварительное воздействие радиоактивных излучений на пульпу без реагентов повышает флотирруемость пирохлора, апатита, фосфорита и снижает флотацию кальцита, кварца, доломита, ильменита, ильменорутила. Изменения флотационных свойств минералов в результате облучения связаны с генерацией в них радиационных дефектов, что влияет на последующее взаимодействие этих минералов с реагентами. Кроме того, имеют место радиолитические изменения водной фазы флотационной пульпы, также влияющие на результаты флотации.

К сожалению, Плаксин лишь начал эти исследования, они продолжают и говорить в полной мере об их результатах еще рано. Однако уже сейчас очевидна их перспективность. Это направление полностью отвечает современному научно-техническому прогрессу: техника развивается под мощным влиянием достижений ядерной физики. И большой заслугой Плаксина является то, что он понял и оценил это раньше других.

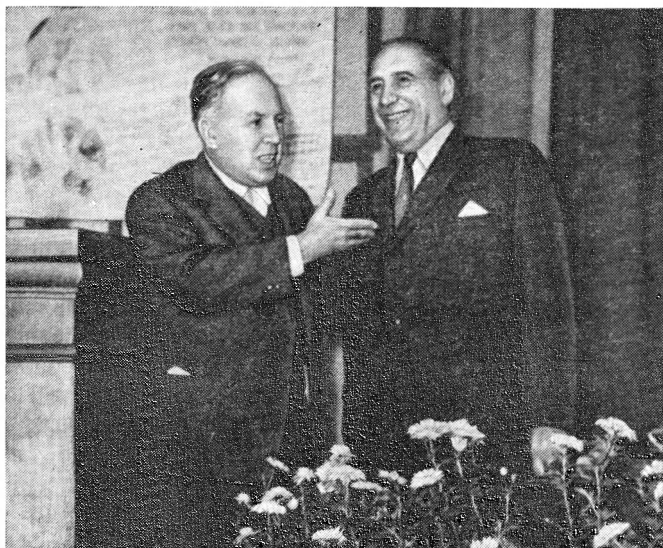
И. Н. Плаксин считал перспективным развитие и разработку новых комбинированных технологических процессов, основанных на сочетании различных методов обогащения, а также — обогащения и гидрометаллургии (флотация — гравитация, флотация — химические методы обогащения, флотация — гидрометаллургия, гравитация — гидрометаллургия).

Особенно значительных успехов Плаксин добился на пути разработки метода флотационной грануляции (концентрация на столах с применением флотационных реагентов и подачей воздуха на деку стола через систему перфорированных металлических трубок) и создания совершенной в этой области аппаратуры. Эту работу ученый вел совместно с И. И. Куренковым на протяжении ряда лет. Ее результаты нашли промышленное использование, а ее авторы были удостоены Государственной премии СССР [24, 29].

По мысли Плаксина, сочетание различных по своему механизму и природе методов обогащения полезных ископаемых или осуществление такого сочетания в одном аппарате — весьма перспективны в области обогащения полезных ископаемых. В этих случаях можно использовать одновременно преимущества различных методов обогащения и получить не только высокие технологические, но и экономические показатели.

В этой связи характерна разработка И. Н. Плаксиным (совместно с С. С. Шахматовым) принципиально нового комбинированного метода обогащения, характеризующегося совмещением в одном аппарате двух методов — отсадки и флотации. После того как этот метод был создан, он, по предложению авторов, получил наименование флотоотсадки.

Другим интересным направлением из области сочетания флотации с другими методами обогащения, которым занимался Плаксин, была комбинация флотации с магнит-



Академик П. А. Ребиндер (слева) поздравляет И. Н. Плаксина с 60-летием. Москва, 1960 г.

ным и электрическим методами. Такая комбинация особенно перспективна для обогащения тонковкрапленных железных руд. В этом случае, как свидетельствует монография И. Н. Плаксина, В. И. Кармазина и др. [65], можно ожидать большого техноэкономического эффекта. Одним из примеров сочетания магнитного обогащения с флотацией является метод получения особо чистых железных концентратов. Авторы подчеркивают, что проблема получения таких богатых высококачественных концентратов сулит огромный народнохозяйственный эффект, причем без значительных капиталовложений.

Виднейший специалист нашей страны в области обогащения железных руд и магнитной сепарации профессор В. И. Кармазин вспоминает историю возникновения этого важного и перспективного направления обогащательной науки и техники: «И. Н. обладал редким даром мгновенно и безошибочно ориентироваться в самых сложных проблемах обогащения. Так, например, после посещения им горно-обогатительных комбинатов Кривого Рога И. Н.

предложил испытать новшество — доводку железных концентратов путем виброотсадки и обратной флотации.

Спустя десять лет эти рекомендации после большого объема промышленных испытаний были материализованы в виде десятков тысяч тонн суперконцентрата».

Как уже отмечалось, Плаксин творчески развивал исследования не только в области физико-химических, но и других методов обогащения полезных ископаемых, особенно гравитационных и электрических.

Здесь прежде всего следует упомянуть исследования в области теории отсадки и в особенности теории разделения мелких зерен в гравитационных полях. Как ученый и инженер, Плаксин отлично понимал, что основные технологические трудности при осуществлении гравитационных процессов обогащения полезных ископаемых возникают при разделении мелких минеральных зерен. Именно по этой причине главным источником технологических потерь в гравитации всегда являются мелкие классы.

В течение ряда лет ученый в соавторстве с В. И. Класеном, И. М. Нестеровым и Э. В. Миллером вел теоретические изыскания в области обогащения мелких зерен отсадкой. В основу рассмотрения вопросов был положен оригинальный энергетический подход к оценке поведения минеральных зерен в жидкости. В результате этих исследований были опубликованы несколько интересных работ (например [53, 54]). Известны также теоретические работы Плаксина по изучению процессов, протекающих в гидроциклонах (например, [52]).

В 1962 г. вышла в свет монография, посвященная теории, технологии и практике применения обогащения в тяжелых суспензиях [58]. Особое внимание в книге, написанной при ведущем участии Плаксина, уделено изучению и развитию нового прогрессивного направления в этой области — обогащению в виброжелобах; их вибрация поддерживает руду во взвешенном состоянии и процесс обогащения («руда в руде») идет так же, как и в тяжелой суспензии с тонкозернистым суспензoidом.

Много внимания уделял Плаксин еще одному перспективному методу обогащения полезных ископаемых — электросепарации. Основанная им в 1952 г. в составе Отдела обогащения полезных ископаемых ИГД АН СССР лаборатория электрических методов обогащения очень скоро превратилась в самый крупный в нашей стране научный центр по электросепарации [67, 78].

Вклад И. Н. Плаксина в обогащающую науку и технику связан и с его многочисленными работами по использованию ядерных физических методов в качестве средства контроля технологических процессов обогащения полезных ископаемых. В 1966 г. Плаксин с сотрудниками провели значительное количество опытов с минеральным сырьем и продуктами его переработки. В результате был накоплен большой материал, анализ и обобщение которого позволили ученому в 1967 г. опубликовать (совместно с Л. П. Старчиком) монографию «Ядерно-физические методы контроля вещественного состава» [72]. Еще раньше (в 1962 г.) И. Н. Плаксин (совместно с академиком АН УССР А. К. Вальтером и доктором технических наук М. Л. Гольдиным) опубликовал близкую по теме монографию «Автоматический контроль плотности железорудной пульпы гамма-лучами» [57]. Обе эти книги являются уникальными в научно-технической литературе.

Для того чтобы оценить все выполненное И. Н. Плаксиным в области развития ядерно-физических методов контроля вещественного состава, следует учесть, что им (в соавторстве главным образом с его учеником доктором технических наук Л. П. Старчиком) опубликовано по этим вопросам более 100 работ. В них четко и полно изложены основы более чем 20 разработанных им с сотрудниками методов ядерно-физического контроля. Вспоминая об этих работах, Л. П. Старчик писал: «И. Н. интенсивно развивал ядерно-физические методы контроля, теперь получившие повсеместное практическое применение для контроля технологических процессов в отраслях промышленности, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье. Но интересно то, что И. Н. в 1966 г. интенсивно обсуждал возможность применения ядерно-физических методов контроля для анализа вещественного состава иных, чем земля, космических объектов.

И действительно, впоследствии эти методы нашли практическое применение для анализа состава поверхности Луны и Марса как в советских, так и в американских исследованиях».

Известный специалист в области радиометрического метода обогащения полезных ископаемых профессор В. А. Мокроусов в своих воспоминаниях об И. Н. Плаксине отмечает: «Из всех замечательных черт И. Н. на меня особенно большое впечатление производило исключительно развитое у него чувство нового. И. Н. был пер-

вым, кто в полной мере оценил большие возможности использования для обогащения полезных ископаемых различных видов излучений. И это было еще в то время, когда большинство специалистов не видели здесь больших перспектив».

В своем творчестве И. Н. Плаксин не прошел мимо тенденции математизации при анализе результатов технологических процессов и применении кибернетических методов с целью выработки наиболее важных и отражающих сущность этих процессов критериев оптимизации. Вместе с Л. А. Барским он впервые попытался применить такой анализ к процессам обогащения полезных ископаемых. Результатом их совместных исследований стала книга «Критерии оптимизации разделительных процессов» [73]. В ней, в частности, подчеркивается положение о необходимости определения общего критерия эффективности в связи с постановкой задачи оптимального автоматического управления технологическими процессами и развитием кибернетических методов исследования. Авторы детально рассматривают технологические, термодинамические, статистические и экономические критерии оптимизации.

В творчестве И. Н. Плаксина удачно сочеталось глубокое понимание задач науки с государственным подходом к решению крупных народнохозяйственных проблем. Идея комплексного использования минеральных богатств привлекала его внимание уже в пору научного становления, хотя в то время важное значение этой проблемы было осознано очень небольшим числом ученых-металлургов и обогатителей. В дальнейшем Плаксин многократно выступал по этому вопросу [62]. Он выпустил две монографии, целиком посвященные данной проблеме и сыгравшие важную роль в ее решении [64, 66]. Менее чем за год до смерти (3 июня 1966 г.) ученый опубликовал в «Правде» статью «Комплексно использовать руды», вызвавшую многочисленные отклики [70].

В заключение главы остановимся на нескольких обобщающих докладах И. Н. Плаксина. В них блестяще обобщено и просуммировано все выполненное ученым и его школой в гидрометаллургии и обогащении. По словам одного из организаторов и руководителей обогатительной науки в Эстонии Р. П. Коха, Плаксин «был стратегом и тактиком в тех отраслях науки, которыми занимался». Неудивительно, что и эти его доклады нацеливают на будущее, на перспективу и поэтому могут быть рассмотре-

ны в значительной степени как программа будущих исследований в этих областях.

С такими программными докладами и статьями И. Н. Плаксин выступал десятки раз. Из этих выступлений хотелось бы особо выделить его доклад на заседании Ученого совета ИГД АН СССР в 1960 г., приуроченного к 60-летию И. Н. Плаксина [55], а также два его доклада-сообщения, сделанных в 1955 и 1965 гг. [68, 69]. Нам кажется, что материалы этих выступлений, особенно в разделах, посвященных будущему данной области науки, можно рассматривать как своего рода научное завещание ученого, адресованное ученикам и соратникам.

В сообщении 1955 г. И. Н. Плаксин коснулся итогов и перспектив исследования флотационных процессов. «Исследование взаимодействия реагентов с минералами,— констатировал ученый,— в настоящее время представляет важнейшее направление работ по теории флотации. Необходимо добиться глубокого понимания физической сущности, под которой во флотации следует понимать атомно-молекулярный механизм явлений, его закономерность и кинетику» [39, с. 109].

По мнению Плаксина, наиболее перспективны следующие методы:

1) Исследование состава, средней плотности и влияния физико-химических факторов на изменение состава слоев, образующихся на поверхности минералов при взаимодействии с флотационными реагентами. Ведущая роль в этой области исследований в последние годы принадлежит методам, основанным на применении радиоактивных изотопов.

2) Изучение флотации в условиях точного эксперимента с выделением влияния отдельных факторов.

3) Исследование скорости прилипания и сил отрыва частицы и пузырька.

4) Изучение физико-химической, в частности, капиллярной и электрохимической характеристики поверхности минералов с применением ряда методов — в том числе измерения краевых углов смачивания и измерения необратимых потенциалов поверхности минералов» [39, с. 110].

При этом ученый говорил о необходимости применения нескольких методов для получения достоверной картины изучаемых при флотации явлений. «Только применением ряда методов,— считал он,— можно достаточно полно вскрыть механизм действия тех или иных реагентов при

флотации, в том числе и газов, в частности кислорода. Положения, выявленные одним из перечисленных методов, подлежат проверке с применением других» [39, с. 110].

Не менее важен и другой совет Плаксина. Ученый рекомендует при постановке исследований в области теории флотации «установить правильное соотношение работ, выясняющих, с одной стороны, элементарные характеристики флотационного процесса (такие, как плотность адсорбционного слоя, смачиваемость, скорость прилипания и т. п.), и с другой стороны — сложную совокупность всех этих явлений при исследовании флотации» [39, с. 113].

Он предостерегает исследователей от одностороннего увлечения кинетикой. В частности, он критикует К. Ф. Белоглазова, З. В. Волкову и др., которые не учитывали в своих работах «того, что частицы минералов, флотируемые в разные моменты, как правило, не являются одинаковыми по своим свойствам: в конце флотации извлекаются частицы, наиболее медленно прилипающие к пузырькам воздуха». Плаксин убежден, что «правильная кинетическая трактовка всякого процесса неизбежно должна учитывать его механизм» [39, с. 115].

В другом своем сообщении И. Н. Плаксин отметил важную задачу в области гравитационного обогащения. К ней ученый отнес разработку процессов и аппаратов, обеспечивающих удаление «максимального количества породы в самом начале обогащения до применения более дорогостоящих процессов. В гравитационных методах это достигается использованием в начале схемы обогащения в тяжелых средах, а при флотации — технологии коллективной флотации с последующей селекцией коллективного концентрата» [55, 50]. В этой связи большое значение приобретает проблема усреднения и шихтовки руд перед их обогащением.

В весьма интересном и последнем из рассматриваемых докладов И. Н. Плаксина, сделанном им в 1965 г., речь шла главным образом о флотации и кратко о магнитном обогащении [68].

Кроме того, ученый остановился и на комбинированных процессах, которым всегда придавал большое значение.

Следует отметить, что большинство намеченных им направлений полностью совпадают с теми, которым сле-

дуют сейчас многие исследователи флотационного процесса. В этой связи особенно интересна оценка Плаксина перспектив развития флотационного процесса.

Ученый считает, что, несмотря «на довольно значительную историю своего развития, флотация в настоящее время должна рассматриваться как один из решающих участков дальнейшего научно-технического прогресса в области обогащения полезных ископаемых» [68, с. 3].

При этом он выделяет несколько общих направлений развития теоретических исследований, имеющих наибольшее значение:

«1. Систематическое изучение минералов рудного комплекса на основе достижений физики и химии твердого состояния, что позволит также создать новый раздел науки о свойствах минералов — техническую минералогию, освещающую не только генезис, состав и структуру минералов, но также их полупроводниковые и магнитные свойства и поведение в различных полях.

2. Исследование адсорбционно-химического избирательного воздействия реагентов и растворенных газов на поверхность минералов в направлении совместного воздействия различных ионогенных собирателей и их оптимальных сочетаний с аполярными и другими реагентами, например, модифицирующих электролитов и флокулянтов, для обеспечения наиболее высокой селективности флотации при подборе нейтральных пенообразователей.

3. Разработка кинетики флотации, вскрывающей механизм образования минерализованного воздушного пузырька на основе физического действия среды и реагентов на элементарный акт флотации.

4. Расширение исследований структуры адсорбционных слоев и поверхностных соединений реагентов на минералах, их устойчивость в различных условиях по отношению к воздействию физических, физико-химических и физико-механических факторов. В связи с этим открываются некоторые возможности регулирования и интенсификации процесса.

Большое значение для прогресса флотации имеет создание новых реагентов. Каждый крупный успех химии флотационного процесса являлся началом нового этапа его развития.

В развитии новых направлений большое значение имеет теория взаимодействия реагентов с минералами и разработка основ конструирования реагентов-собирателей.

Общей теоретической основой является рассмотрение процесса электронных переходов через границу раздела твердой и жидкой фаз, причем интенсивность и направление электронных переходов определяются знаком и разностью химических потенциалов электронов компонентов жидкой фазы и поверхности кристаллической решетки (уровень Ферми). Необходимым условием образования прочной адсорбционной связи аниона флотационного реагента является переход электрона аниона в кристаллическую решетку минерала» [68, с. 3–7].

Что касается области сочетания флотации с другими процессами, то здесь, по мысли Плаксина, следует прежде всего «отметить возможности комбинирования с весьма разнообразными путями как химических, так и физических способов обогащения. К химическим способам относятся возможные пути использования ионного обмена, такие, как: 1) флотация ионообменных смол с сорбированным веществом; 2) применение ионообменных смол для регулирования ионного состава жидкой фазы флотационной пульпы; 3) ионная флотация, т. е. избирательное выделение ионов из растворов в форме осадков с извлечением последних в пенный продукт.

К другим плодотворно развивающимся или создаваемым процессам следует отнести флотационно-гравитационные процессы (флотация на столах, флотоотсадка)» [68, с. 11, 12].

Плаксин выделяет три направления развития процесса сухой магнитной сепарации, повышающие его эффективность: «1) увеличение разделяющих сил (магнитной и центробежной); 2) повышение частоты поля; 3) применение реагентов-диспергаторов для нейтрализации поверхностных сил, вызывающих адгезионную флокуляцию» [68, с. 15].

Даже весьма краткий обзор огромного и многостороннего вклада И. Н. Плаксина и представителей созданной им научной школы в обогательную науку и технику, сделанный на основе лишь наиболее характерных для его творчества исследований, дает нам право считать его лидером отечественной обогательной науки, выдающимся ученым-обогабителем современности. Изучение его трудов позволяет не только по достоинству оценить результаты труда ученого, но и уверенно заглянуть в будущее, руководствуясь его обобщениями и советами, относящимися к перспективам развития обогащения полезных ископаемых.

Историк науки и техники

Всемирную известность получили труды И. Н. Плаксина в области гидрометаллургии и обогащения полезных ископаемых. Однако есть и другая область знаний, в которую он внес большой вклад. Это — история науки и техники: ученый выполнил свыше 30 оригинальных работ по истории металлургии и обогащения полезных ископаемых. Он был участником многих конференций и симпозиумов (Первое Всесоюзное совещание по истории отечественной химии, Москва, май 1948 г., Международный симпозиум, посвященный 400-летию со дня смерти Георгия Агриколы, Карл-Маркс-Штадт, 1956 г. и др.).

Интерес к истории техники у И. Н. Плаксина не был случайным. Принцип историзма, как научный метод исследования, пронизывает все творчество ученого. Наряду со специальными статьями по истории техники И. Н. Плаксин в своих работах по гидрометаллургии и обогащению полезных ископаемых, как правило, обращается к истории интересующего его вопроса. Так, в одной из ранних его статей, посвященной переработке уральских медистых песчаников, имеется специальный раздел «Из истории медной промышленности Западного склона Урала» [3]; в фундаментальном труде «Гидрометаллургия», изданном в 1949 г., — очень содержательная историческая часть, где отмечено выдающееся значение открытий, сделанных русскими и советскими учеными.

Первые работы И. Н. Плаксина по истории науки и техники были опубликованы уже в начале 40-х годов. В последующие годы он постоянно обращался к этим проблемам. Свои исследования ученый вел по трем основным направлениям: история металлургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых, вклад в науку и технику отечественных и зарубежных ученых, разработка методологических вопросов.

И. Н. Плаксин был первым, кто начал серьезно заниматься историей металлургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых. В работе «Зарождение основ металлургии благородных металлов», написанной в 1948 г., собраны ранние сведения о возникновении этой области науки и техники. Особый акцент сделан на развитии металлургии благородных металлов в России. Тщательный отбор автором фактических данных, постро-

енный на привлечении таких труднодоступных первоисточников, как летописи, придавал исследованию особый интерес и достоверность [18]. Характерной особенностью данной работы И. Н. Плаксина (так же как и последующих по истории техники) является их связь с современностью, широкие обобщения и выводы.

Наиболее полный анализ развития металлургии благородных металлов содержится в статье «Основные этапы истории металлургии благородных металлов», опубликованной в первом выпуске сборника «Вопросы истории естествознания и техники» [42]. В работе не только шаг за шагом прослежено развитие металлургии благородных металлов, но и вскрыты социально-экономические причины, обусловившие научно-технический прогресс в этой области.

Детально ознакомившись с развитием отечественного пробирного искусства, И. Н. Плаксин приходит к выводу о том, что в России благородные металлы стали систематически исследоваться уже в начале XVIII в. На это время приходится и организация первых пробирных лабораторий. Отмечая большой вклад русских ученых в развитие основ благородных металлов, Плаксин особо выделяет заслуги М. В. Ломоносова, И. И. Ползунова, К. Д. Фролова, Ф. Бакунина, Л. И. Брусницына, П. П. Аносова, А. А. Мусина-Пушкина, П. Г. Соболевского и др. Русские ученые достигли больших успехов на этом поприще. Их достижения, подчеркивает Плаксин, были признаны и получили распространение не только в России, но и в других странах. Так, в 1836 г. на съезде в г. Иене был оценен как самый совершенный способ амальгамации, предложенный И. И. Варвинским. В 30—40-е годы XIX в. русские инженеры обучали золотому делу египетских специалистов и выезжали на Балканы и в Египет для оказания технической помощи.

Для того чтобы правильно оценить историческое значение работ отечественных ученых, Плаксин приводит состояние аффинажа и обработки платины в то время на уральских предприятиях и за границей.

В работе не только шаг за шагом прослежено развитие металлургии благородных металлов, но и вскрыты социально-экономические причины, обусловившие научно-технический прогресс в этой области. Например, ученый считает, что заметный подъем в металлургии благородных металлов наступил во второй четверти XIX в.,

когда с ростом торгового капитала и началом развития промышленности увеличился спрос на валютные (драгоценные) металлы: золото, серебро и частично платину.

По мысли Плаксина, процесс развития золотопромышленности при капитализме и при социализме резко различен. Ученый приводит следующие примеры. Оказывается, что, несмотря на то, что по запасам золота дореволюционная Россия занимала первое место в мире, в 1913 г. его добыча составляла только 10% (от мировой) и носила кустарный, нередко хищнический характер. Золото извлекали преимущественно из россыпей, где основным способом был ручной. Что касается платины, то до 1915 г. 90% мировой добычи этого металла приходилось на долю России, однако ее платиновая промышленность находилась в зависимости от иностранного капитала. И хотя работы отдельных отечественных ученых в области извлечения благородных металлов опередили свое время, вследствие экономической отсталости страны и косности правящих кругов не могли быть использованы в достаточной степени.

Победа Великой Октябрьской социалистической революции создала все условия для расцвета науки и внедрения ее достижений в промышленность. Преимущества социалистической системы, по мнению Плаксина, сказались и на развитии производства золота и платины: на месте полукустарного промысла выросла первоклассная промышленность с высоко механизированными предприятиями и широко применяемой химизацией процессов.

В трудах по истории науки и техники Плаксин опирался не только на глубокое знание общей истории, но и широко использовал в них работы классиков марксизма-ленинизма. Например, в «Основных этапах истории металлургии благородных металлов» он отмечает условия зарождения нового социалистического отношения к золотой промышленности и при этом подчеркивает, что лучше всего они охарактеризованы в работе В. И. Ленина «О значении золота теперь и после полной победы социализма» [42, с. 189].

Надо сказать, что «Основные этапы истории металлургии благородных металлов» — наиболее полная и законченная работа Плаксина по истории металлургии благородных металлов. В ней особенно проявился его талант как ученого, умеющего соединить в своем творчестве высокопрофессиональные навыки специалиста по

благородным металлам с глубоким пониманием общей истории вообще и нашей страны в частности, со знанием трудов классиков марксизма-ленинизма. Все это обусловило то диалектико-материалистическое изложение истории конкретной области техники, которое дано в этой работе.

В число работ И. Н. Плаксина по истории гидрометаллургии входит также интересная статья под названием «О нескольких юбилейных датах химии и технологии цианистого процесса (с 1890—1940 и 1843—1943 гг.)», опубликованная в 1941 г. в Журнале прикладной химии [13]. В ней ученый подробно останавливается на истории создания цианистого процесса и его внедрения в промышленность. Он анализирует вклад в эту область русских ученых, в частности П. Багратиона, а также его предшественников. Плаксин подчеркивает, что Багратион первый с полной ясностью установил способность растворяться золота, серебра и меди в водных растворах щелочных цианидов и в меньшей степени — в желтой железосинеродистой соли. И вообще, по убеждению Плаксина, исходные положения химизма цианистого процесса впервые с полной ясностью были установлены русскими химиками.

Большую историко-научную ценность имеет работа И. Н. Плаксина, посвященная истории развития пробирного искусства и современным методам опробования и пробирного анализа [26]. Работа содержит весьма интересные и редкие сведения из истории отечественного пробирного искусства. Оказывается, большой интерес к этой области проявлял еще Петр I, который даже лично изучал методы опробования руд плавкой. Плаксин, внимательно ознакомившись с личными записями Петра I, приводит в работе описание методики опробования руд промывкой на лотке, плавкой в тигле, а также описание чертежа пробирной печи и технологии приготовления зернистого свинца. До Петра I пробиреры назывались алхимистами и работали при «аптеках». Еще в начале XVIII в. руды и продукты минеральных заводов направлялись «на пробу» в лаборатории при аптеках. Большим поворотом в развитии этого дела, по мнению Плаксина, является создание самостоятельных или связанных с промышленными предприятиями лабораторий. Сообщая сведения о расходах на химические реагенты и приборы, а также на покупку «двоих пробирных весков», почерпнутые из приходо-расходной книги «Приказа рудных дел»

за 1709 г., ученый приходит к выводу о том, что в то время уже существовала лаборатория для выполнения «проб» полезных ископаемых.

Анализ работ И. Н. Плаксина по истории металлургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых показывает, что по богатству фактического материала и новизне трактовок они представляют оригинальные историко-научные исследования, в которых вскрыты закономерности движения научных знаний в их связи с историей общества.

К другой группе работ И. Н. Плаксина по истории техники относятся его многочисленные статьи, освещающие вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие металлургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых.

В небольшой по объему, но глубокой по содержанию работе «О трудах Георгия Агриколы в области обогащения руд, металлургии и пробирного анализа» [38] ученый разбирает старейшую горно-металлургическую энциклопедию «De re metallica», изданную в 1556 г. При этом он называет достижения в области металлургии и обогащения полезных ископаемых времен Агриколы и дает их обстоятельный анализ.

В этой (как и в других) работе по истории техники Плаксин не просто перечисляет достижения в технике металлургии и обогащения, но и связывает их со сменой этапов развития человеческого общества. Так, Плаксин трактует переломный момент в истории техники механической обработки руд, отраженный Агриколой и «De re metallica». С одной стороны, пишет ученый, Агрикола сообщает о методах, возникших в эпоху рабовладельческого общества и отражающих исключительную роль физического труда. С другой стороны, он описывает механизированные методы механической обработки руд, возникшие при переходе к феодальному обществу. По мнению Плаксина, крупнейшим достижением в этом направлении явилось применение свободно падающих пестов в толчейных мельницах. Эти толчейные ставы, объединявшие по несколько пестов, дробящих руду в толчейном корыте, возникли в технике обработки руд в XV—XVI вв. и в ряде случаев приводились в действие от водяного колеса. В книге Агриколы имеются изображения трех- и четырехпестовых толчей, работающих от водяного колеса, монтированного на горизонтальном валу.

И. Н. Плаксин считает Агриколу выдающимся минералогом своего времени. Именно знание минералогии позволило Агриколе систематизировать описание металлургических процессов на основании минералогической характеристики состава руд. Плаксин отмечает, как весьма прогрессивные, рекомендации Агриколы в отношении сокращения потерь металлов при плавке путем пылеулавливания.

В заключение И. Н. Плаксин указывает, что «в книге Агриколы имеется много принципиально важного для горного дела и металлургии, много такого, что прошло красной нитью, как основа для развития техники на протяжении ряда веков. Такие труды, в которых выделено все основное, наиболее важное, в которых изгнано в значительной степени все маловажное, не находящее себе практического применения и бесперспективное, способствует установлению ясных направлений техники своего времени. К таким трудам с полным правом следует отнести двенадцать «книг» о металлургическом деле» [38]. И. Н. Плаксин называет анализируемый труд Агриколы «блестящим историческим памятником».

Важное место в работах И. Н. Плаксина занимает творчество М. В. Ломоносова. В частности, его деятельности он посвятил большую статью «М. В. Ломоносов — основоположник металлургии как науки», вошедшую в книгу «Русские ученые в цветной металлургии» [20]. Хотя эта статья касается в основном разработки Ломоносовым вопросов, связанных с металлургией, Плаксин с самого начала указывает на многогранность научной деятельности русского ученого. В статье рассмотрен труд М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел». Если горный и геологический разделы этого труда были рассмотрены и высоко оценены академиками В. И. Вернадским и Л. Д. Шевяковым, то детальный анализ металлургической части был впервые дан И. Н. Плаксиным и в этом состоит его большая научная заслуга. «Большая практическая польза, принесенная русской металлургической промышленности книгой Ломоносова,— пишет Плаксин,— обязывает к правильному и возможно разностороннему разбору данного сочинения». При этом он подчеркивает, что во второй половине XVIII в. (т. е. когда в основном пользовались книгой М. В. Ломоносова) Россия выплавляла 25% мировой добычи меди, причем в стране быстро развивалось

производство свинца и другие отрасли металлургии. Все это, по мнению Плаксина, свидетельствовало об огромном значении издания первого (на русском языке) руководства по металлургии.

Будучи пламенным патриотом своей Родины, И. Н. Плаксин значительное место в своих работах уделял приоритетным вопросам. При анализе труда М. В. Ломоносова по металлургии Плаксин особо отмечал, что она тем более заслуживает тщательного рассмотрения, так как в 1777 г. спустя 12 лет после смерти М. В. Ломоносова в «Санкт-Петербургских ведомостях» была напечатана анонимная статья, в которой говорилось, что, дескать, этот труд Ломоносова представляет перевод книги директора металлургических заводов Нижнего Гарца Шлютера, вышедшей в 1738 г. В течение XIX в. эта клевета автоматически повторялась рядом авторов. Плаксин блестяще обосновывает всю несостоятельность таких высказываний.

Оценивая работу М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел», И. Н. Плаксин отмечает, что она является весьма глубоким по способу изложения и по содержанию трудом, излагающим как практические приемы, так и научную сущность металлургического производства. «Будучи гениальным ученым и первоклассным мастером слова, Ломоносову удалось написать книгу, с одной стороны не выходя из объема, необходимого для практика-металлурга; с другой стороны освещая физическую и химическую сущность металлургических процессов».

Плаксин высоко оценивает описание Ломоносовым физических и химических свойств полуметаллов (мышьяка, сурьмы, висмута, цинка, ртути). При этом он подчеркивает, что такую характеристику мог дать только выдающийся физик и прекрасный химик-экспериментатор, каким был Ломоносов.

Как известно, Ломоносов придавал большое значение процессам окисления и «горения» металлов и свойствам продуктов окисления. В этом Плаксин увидел проявление гениального предвидения Ломоносовым значения теплот образования окислов металлов для характеристики протекания металлургических процессов.

Ломоносов рассматривал пробирное искусство как преддверие к заводскому осуществлению металлургических процессов. Именно поэтому, считает Плаксин, опи-

санные великим ученым методы пробирного искусства долгое время оставались почти неизменными и отчасти дошли до наших дней.

По словам Плаксина, особенно детально и интересно Ломоносов рассмотрел методы металлургического получения золота и серебра: эти процессы в то время допускали наибольшее приложение химических знаний и поэтому, вероятно, были особенно близки исследователю. Для извлечения золота из руд им описаны три метода: амальгамация, плавление и растворение. В последнем случае Ломоносов предлагал использовать гидрометаллургический метод, введенный в промышленную практику на 100 лет позже и известный обычно как «процесс Платнера». Для гидрометаллургического извлечения золота Ломоносов применял хлорную воду, а для получения последней — перегонку смеси из «крепкой водки и чистой соли». Таким образом, констатировал Плаксин, мы вправе считать Ломоносова поборником гидрометаллургических методов.

О глубине подхода Плаксина к анализу деятельности Ломоносова свидетельствуют и приведенные в статье высказывания А. С. Пушкина и В. Г. Белинского о великом соотечественнике. В этой связи Плаксин замечает, что к исчерпывающей характеристике А. С. Пушкина мало что можно добавить, но тем не менее хочется сказать, вспоминая слова В. Г. Белинского: «С Ломоносова начинается наша литература», что с него же начинается наша металлургия как наука.

И. Н. Плаксин питал глубокое уважение к своим предшественникам — ученым в области металлургии и обогащения полезных ископаемых. В статье «Зарождение основ металлургии благородных металлов» [18] он, как уже отмечалось, уделяет большое внимание работам П. Р. Багратиона, А. А. Мусина-Пушкина, П. Г. Соболевского и др., давая им высокую оценку и показывая их значение в создании основ металлургии благородных металлов. Ученый, в частности, говорит о работах Мусина-Пушкина по обработке платины, результаты которых последний опубликовал в статье «Очищение платины от посторонних тел, а особенно от железа». По мнению Плаксина, «методы, введенные Мусиным-Пушкиным, не только были совершенно оригинальны, но и произвели переворот в технологии» [18]. Последующий затем быстрый рост платиновой промышленности потребовал ско-

рейшей разработки методов металлургической обработки. Эта задача была решена тремя выдающимися отечественными металлургами-химиками: П. Г. Соболевским, И. И. Варвинским и В. В. Любарским.

Особое внимание Плаксин обращает на работы создателя основ порошковой металлургии П. Г. Соболевского. Он детально знакомится с деятельностью этого ученого, изучает его труды. Об этом свидетельствуют и цитируемые Плаксиным отрывки из оттисков статьи Соболевского, напечатанной в 1829 г. в «Горном журнале». Высоко оценив значение вклада ученого в науку, Плаксин остановился на характеристике, данной Соболевскому его современниками. Например, министр Канкрин писал Николаю I, что «в конце 1826 г. Обер-Берг-Пробирер Соединенной Лаборатории Департамента горных и соляных дел и Горного Кадетского Корпуса Соболевский избрал весьма простой, легкий и удобный способ обработки платины... Этим изобретением Соболевский принес существенную пользу России, доказав на опыте обширные сведения свои в науках и отличное усердие на службе. Указанным путем в лаборатории Горного корпуса за 6 лет было получено 6 т чистой платины». За большие заслуги перед наукой П. Г. Соболевский в 1830 г. был избран членом-корреспондентом Петербургской академии наук.

Как видим, И. Н. Плаксина интересовала не только научная деятельность ученых, но и основные этапы их жизни. В его трудах по истории техники встречаются разносторонние характеристики деятелей отечественной науки. И все же главное в них — это освещение вклада отечественных ученых в развитие металлургии и обогащения полезных ископаемых. В этой связи особенно характерны следующие его работы: «Роль отечественных ученых в развитии металлургии цветных металлов и обогащения руд», «Роль отечественной науки в создании новых процессов цветной металлургии», «Роль русских химиков в создании научных основ металлургических процессов (XVIII—XIX вв.)» и ряд других [18, 20, 21, 22, 27, 35, 37]. Значительное место в них отведено борьбе за приоритет русской науки. Так, Плаксин решительно выступает против некоторых буржуазных историков науки, утверждавших, что основы современной физической химии заложены Оствальдом. Основоположителем этой науки Плаксин считает русского химика Н. Н. Бе-

кетова, впервые осуществившего алюмотермический процесс и применившего реакцию вытеснения алюминия из криолита магнием. Именно Бекетов, по словам Плаксина, впервые после Ломоносова прочел курс физической химии, причем когда он в 1865 г. начинал читать его, Оствальду было всего 11 лет.

Отмечая заслуги отечественных ученых в развитии металлургии и обогащения полезных ископаемых, Плаксин всегда подчеркивал тесную связь этих отраслей со смежными. Взаимосвязь физической химии в металлургии, как пишет И. Н. Плаксин, получила яркое отражение в работах академиков Н. С. Курнакова и А. А. Байкова. Геохимия, имеющая большое значение для изучения распространения в земной коре цветных, благородных и особенно редких металлов, создана трудами академиков В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана. В свою очередь, деятельность А. Е. Ферсмана играла большую роль в создании промышленности редких элементов и новых направлений в области металлургии и обогащения руд.

Сам Плаксин придавал важное значение историческим связям металлургии и обогащения полезных ископаемых с естественными науками и, в частности, с химией. Этому вопросу посвящен ряд его работ по истории науки и техники, например, «Роль русских химиков в создании основ металлургических процессов (XVIII—XIX вв.)». Рассматривая историческое развитие металлургии, Плаксин пришел к выводу, что значительные успехи, достигнутые горнозаводской промышленностью в XVIII в., побуждали ученых перейти к разработке научных основ металлургии. Однако ввиду того, что научная металлургия, как самостоятельная отрасль, тогда еще не сформировалась, основные ее задачи решались преимущественно химиками. Ученый детально анализирует такого рода исследования, начиная с трудов М. В. Ломоносова и кончая работами русских химиков середины XIX в.

И. Н. Плаксин не просто занимался историей отечественной науки и техники, он стоял у истоков ее развития, активно участвуя в работе по организации исследований в этой области. Выступая в 1949 г. на общем собрании АН СССР, посвященном истории отечественной науки, он отметил необходимость разработки истории важнейших научных направлений, в том числе и истории горного дела и обогащения полезных ископаемых, а также со-

здания как отдельных монографий по ведущим разделам, так и многотомной истории науки и техники. (Интересно отметить, что в наши дни советские историки техники заканчивают работу над таким многотомником.) Плаксин также указывал на важность изучения истории техники в тесной связи с историей естествознания. При этом он привел яркий пример вклада русских химиков в металлургию — создание Соболевским методов порошковой металлургии. Обращаясь к собравшимся, Плаксин призвал их «изучать историю техники с точки зрения перспектив ее развития» [38].

История науки и техники как область знаний постоянно расширяет свои границы. В настоящее время она является базой для развития методологии науки, науковедения. В этой связи интересно остановиться на методологических познаниях И. Н. Плаксина. По этому поводу академик Н. В. Мельников писал: «Круг интересов Игоря Николаевича был весьма широк, но при этом ни в чем он не был дилетантом. Помню, когда мы обсуждали с ним известную книгу профессора Бернала «Наука и общество», я поразился, какими высокими знаниями, особенно в области методологии, обладает мой оппонент. И. Н. Плаксин по методологическим вопросам науки неоднократно выступал и публично»¹.

В этом отношении интересна его статья «О некоторых задачах развития науки обогащения полезных ископаемых в области флотации», опубликованная в журнале «Цветные металлы» [31]. Плаксин подвел в ней итог двухлетней дискуссии по теории флотации (1950—1952 гг.), посвященной критическому разбору вопросов теории флотации и тех требований, которые к ней предъявляет промышленная технология флотационного обогащения. При этом ученый подчеркнул, что часть неясности в дискуссии возникла ввиду нечеткого понимания многих методологических вопросов, связанных с определением «науки обогащения», «технологии обогащения» и ряда других. Учитывая важность всех этих вопросов, И. Н. Плаксин подробно остановился на них и дал четкие определения.

Большой историко-научный интерес представляют работы И. Н. Плаксина специального обзорного характера,

¹ Мельников Н. В. Горные инженеры. М.: Наука, 1970, с. 170.

освещающие современное состояние и перспективы развития металлургии и обогащения полезных ископаемых. Внимание ученого к подобного рода проблемам — результат его глубокого понимания роли истории науки в подъеме самих научных исследований. Здесь можно назвать такие работы И. Н. Плаксина, как «Обогащение полезных ископаемых» (в книге «Техника горного дела и металлургии», вышедшей в серии «Очерки развития техники в СССР»), «Основные направления развития обогащения полезных ископаемых» (в книге «Современное состояние горной науки в СССР»), «Успехи советской химии в металлургии золота и других благородных металлов» [77, 76, 9]. В них не только дан блестящий исторический анализ развития металлургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых, но и обрисованы вытекающие из этого анализа перспективы развития данных областей науки и техники.

Сейчас можно только удивляться высокому теоретическому уровню историко-технических трудов Плаксина, их актуальному современному звучанию. Например, в книге «Техника горного дела и металлургии» он писал: «Длительный период чисто эмпирических исканий для усовершенствования флотационного процесса обогащения полезных ископаемых сменился новым направлением развития теоретических основ процесса, позволившим разъяснить физико-химические основы процесса, создать классификацию реагентов и подойти к рассмотрению процессов, протекающих во флотационных машинах... Наука о флотации и ее технологическом применении из описательной все больше превращается в строго теоретическую, которая дает основу для прогнозов и для постановки дальнейших исследований» [77].

Работы И. Н. Плаксина по истории науки и техники наиболее четко подчеркивают характерные для его творчества критический подход и тщательный отбор фактологического материала, глубину и обоснованность суждений и оценок, марксистско-ленинское понимание истории техники. Ярко проявляется в них и горячая убежденность ученого в неизбежном расширении и ускорении технического прогресса в социалистическом обществе.

Вклад, который внес И. Н. Плаксин в историю науки и техники, основополагающие идеи, заложенные в этих трудах, высоко оценены и с успехом продолжены советскими историками техники.

Учитель и педагог

Сочетание научной и педагогической работы, особенно в деятельности крупных ученых, всегда протекает исключительно плодотворно. Оно в наилучшей степени обеспечивает формирование крупных научных школ и подготовку научной смены из числа наиболее талантливой молодежи. Деятельность И. Н. Плаксина — прекрасный пример такого сочетания, причем настолько естественного и монолитного, что иногда трудно определить, где ученый выступает как педагог, и, наоборот, педагог становится ученым. Конечно, в педагогической деятельности лекционная работа — лишь один из главных элементов: в нее органически входят и проведение научных семинаров, и постоянное общение с сотрудниками и аспирантами при решении научных проблем, в общем все то, что позволяет ученикам воспринять знания учителя, его подход к явлениям, их оценку, умение вести научную дискуссию и правильно планировать и ставить эксперимент, всесторонне оценивать его результаты и т. д. Все эти особенности учителя с большой буквы были прищипаны И. Н. Плаксину.

Собственно педагогическая деятельность Плаксина, как уже отмечалось, началась еще в период его обучения на старших курсах горного отделения Дальневосточного государственного университета во Владивостоке. Будучи студентом, Плаксин успешно ассистировал профессору Б. П. Пентегову по физической химии и другим профессорам — по химическим дисциплинам. С 1922 по 1928 г. Плаксин являлся старшим ассистентом кафедры физической и технической химии.

Несмотря на свой юный возраст, он быстро завоевал авторитет не только среди студентов, но и среди представителей профессорско-преподавательского состава университета. В немалой степени этому способствовало выполненное Плаксиным интересное исследование, посвященное извлечению золота из руд месторождения на о-ве Аскольд. Таким образом, уже на раннем этапе своей деятельности Плаксин успешно сочетал преподавание с научно-исследовательской работой.

В 1928 г. И. Н. Плаксин, как уже говорилось, становится доцентом Московской Горной академии. Молодой ученый выходит на самостоятельную педагогиче-

скую дорогу. Его учительский талант не остается без внимания руководства Академии. Плаксина назначают деканом недавно созданного факультета цветных металлов и он успешно руководит подготовкой инженерных кадров для молодой и стремительно развивающейся цветной металлургии Страны Советов. Одновременно Плаксин вел исследования по обработке золотосодержащих руд в лаборатории цветных металлов, а затем сам организовал и возглавил лабораторию металлургии благородных металлов. После разделения в 1930 г. Московской Горной академии на несколько самостоятельных ВТУЗов он вплоть до 1967 г. преподавал в одном из них — в Московском институте цветных металлов и золота (МИЦМиЗ) ¹.

В мае 1930 г. в МИЦМиЗе была образована первая в стране кафедра металлургии благородных металлов. Ее возглавил 30-летний профессор И. Н. Плаксин. Спустя два года он, как уже отмечалось, был назначен и в течение пяти лет работал заместителем директора института по учебной и научной работе. Доктор технических наук профессор С. И. Полькин, бывший в то время директором института, высоко оценил деятельность Плаксина как руководителя. Отзываясь с большой теплотой о его работе на посту заместителя директора, Полькин особо подчеркнул дружеское отношение Плаксина к студенческой и научной молодежи, постоянную заботу о ее нуждах. В 1932 г. коллегия Наркомата просвещения утвердила И. Н. Плаксина членом Государственного ученого совета (ГУС). Быть членом ГУСа в те годы считалось большой честью и признанием высокого авторитета ученого — ведь он непосредственно участвовал в руководстве высшим образованием в стране.

С первых своих шагов в МИЦМиЗе И. Н. Плаксин развивает бурную деятельность. Он с успехом читает лекции по ведущим курсам, принимает экзамены, руководит дипломным проектированием, участвует в разработке учебных программ «Металлургия благородных металлов», «Пробирное искусство» и др. Многие из этих программ настолько совершенны, что ими пользуются без каких-либо существенных изменений и в наши дни. В этот период ученого часто можно встретить и на предприятиях золото-платиновой промышленности, где он возглавляет производ-

¹ До 1962 г. — в МИЦМиЗе, а в 1962—1967 гг. — в Московском институте стали и сплавов.

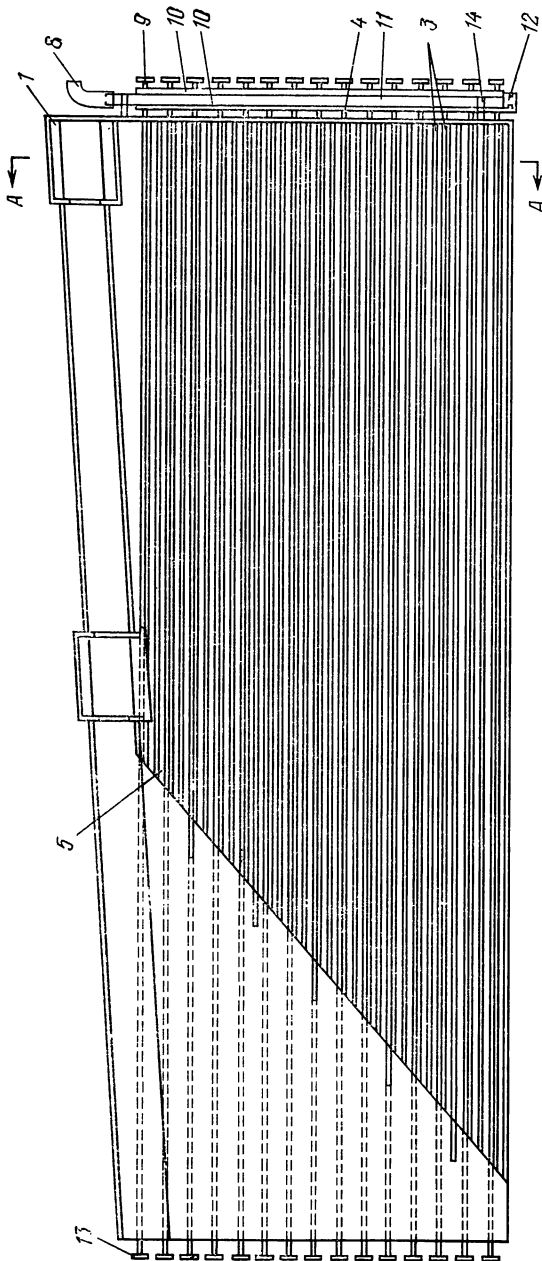


Схема-чертеж концентрального стола для фототриангуляции, разработанного Е. Н. Плаксиным и И. И. Куренковым

1 — загрузочный бункер; 2 — рабочая поверхность стола; 3 — рифы; 4 — металлические троки; 5 — покрытие стола; 6—7 — балки жесткости; 8, 9 — шланги и опоры; 10, 11 — планки и трубы; 12—14 — арматура

ственную практику студентов и помогает аспирантам проверить в производственных условиях свои лабораторные разработки. При этом он оказывает большую научно-техническую помощь производству: консультирует инженеров-производственников, внедряет разработанную им или при его участии новую прогрессивную технологию.

С годами растет авторитет Плаксина как педагога и ученого. Вместе с ним возрастает интенсивность его труда, результативность его исследований и его общая загрузка по работе. Бывший аспирант И. Н. Плаксина кандидат технических наук С. Ф. Лаптев вспоминает: «Будучи руководителем кафедры металлургии благородных металлов и педагогом, И. Н. руководил в Институте горного дела АН СССР большим Отделом обогащения полезных ископаемых и являлся заместителем директора этого Института, руководил многочисленными аспирантами и докторантами, писал книги и научные статьи, публиковавшиеся практически во всех научных журналах, издаваемых в Союзе, организовывал конференции и совещания, делал на них доклады, отстаивал свои принципиальные позиции и при этом находил время поговорить буквально с каждым сотрудником кафедры, лаборатории, консультировать производственников, читать рукописи и править их, руководить дипломным проектированием, рекомендовать сотрудникам новые данные по литературе в соответствии с теми вопросами, которые они разрабатывают и т. д.»

Под руководством И. Н. Плаксина в 30-е годы в институте работала программно-методическая комиссия. Круг вопросов, которые она решала, был обширен. Так, члены комиссии обсуждали объем преподавания профилирующих и непрофилирующих дисциплин и анализировали программы по дисциплинам, формирующим общеметаллургическую подготовку будущих инженеров, определяли место и содержание общих курсов, согласовывали проблемы, связанные с укрупнением номенклатуры специальных курсов и выведением последовательности в развитии теоретического базиса, соотношением теории и практики, установлением содержания проекта. Плаксин призывал членов комиссии уделять основное внимание при составлении курсов взаимосвязи различных дисциплин. По словам доктора экономических наук, профессора И. М. Градештейна (в то время он был деканом инженерно-экономического факультета), Плаксин придавал большое значение органическому сочетанию техники и экономики при чтении лек-

ций по металлургическим дисциплинам и обогащению рудного сырья как на инженерно-экономическом, так и на металлургическом факультетах. Ученый не только разрабатывал программы по специальным дисциплинам, но и с успехом читал лекции по ведущим разделам курсов. Плаксин хорошо знал экономику, уделял ей большое внимание, активно участвовал в семинаре по конкретной экономике при кафедре благородных металлов.

По вопросам, которые обсуждались и ставились в комиссии, И. Н. Плаксин неоднократно выступал в печати. В статье «Научные проблемы ВУЗов цветной металлургии» [15] он, в частности, отмечал, что перед работниками высшей школы стоят большие задачи по созданию новых научных дисциплин. Особенно значительны эти задачи в области обогащения и в металлургии цветных металлов, где, кроме учебников должны быть выпущены монографии, необходимые как учебные пособия, в частности, при прохождении альтернативных курсов. В этой связи, по мнению ученого, в первую очередь нужно подготовить учебное пособие по гидрометаллургии, монографию по взаимодействию минералов с реагентами и ряд других.

В 40-х годах на страницах «Горного журнала» развернулась дискуссия по вопросу: «Каким должен быть советский учебник по обогащению полезных ископаемых». Плаксин принял в ней активное участие. Его выступление явилось наиболее полным, исчерпывающим, разносторонним, обоснованным [19].

В начале статьи ученый дал обзор и анализ имеющейся в этой области научно-технической литературы. Он подчеркнул, что советская литература по обогащению полезных ископаемых постановкой и глубиной изложения проблем выгодно отличается от зарубежной. Она имеет славные традиции, ведущие свое начало от труда М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел». В 1923—1928 гг. профессор Г. О. Чечотт подготовил и издал первое обстоятельное руководство по обогащению. В 20-е годы было опубликовано прекрасное руководство Г. О. Чечотта по опробованию. Одновременно появился и ряд весьма ценных в этой области книг и монографий академика П. А. Ребиндера, профессоров Л. Б. Левенсона, С. М. Ясюкевича, П. В. Лященко и др. Из печати вышли учебники для техникумов С. И. Полькина, А. В. Троицкого и Л. П. Ушерова. Плаксин справедливо считает, что значительной частью этой научно-технической литературы

мы вправе гордиться. Однако, по его мнению, следует уже задуматься о дальнейшем ее улучшении.

На примере перечисленных выше работ он рассматривает основные требования, предъявляемые к учебникам по обогащению. Прежде всего — это «научность и деловитость изложения». Такому требованию, по его мнению, отвечали книги профессоров Чечотта, Лященко и Левенсона. Что касается книги Ричардса, Локка и Шуманна (1940 г.), то она чрезвычайно устарела в научном отношении, а книга Годэна (переведенная на русский язык в 1946 г.) хотя и интересна постановкой ряда научных и методических вопросов, но страдает недоработанностью и поверхностным изложением, причем автор при решении ряда принципиальных вопросов игнорирует работы советских авторов.

Обсуждая «научность изложения», Плаксин возражает против слишком большого «объективизма», который приводит, по его мнению, к эклектике. Например, в хорошем учебнике С. М. Ясюкевича одновременно излагаются представления академика П. А. Ребиндера об элементарном акте прилипания к пузырьку, характеризуемом в известных пределах величиной краевого угла смачивания, и «энергетические» взгляды на теорию процесса профессора К. Ф. Белоглазова, считающего нецелесообразным изучение элементарного акта процесса флотации как основы теории этого процесса. Ясюкевич не вскрывает этого противоречия и, отметив ценную сторону работ Белоглазова, не предостерегает читателей от принципиальных ошибок в его концепции.

Плаксин считает, что для учебника по обогащению необходимы точность определений и ясность языка. В качестве примера он ссылается на книгу Чечотта, Левенсона и Лященко.

По убеждению Плаксина, учебник должен иметь небольшой объем. Этому требованию, констатирует ученый, не удовлетворяет ни один учебник, кроме первого издания книги М. Ф. Ортина.

Авторы учебников по обогащению обязаны четко ориентировать читателя на решение задач развития промышленности. Этому требованию, по словам Плаксина, отвечает книга С. М. Ясюкевича.

Каждый учебник по обогащению для высшей школы должен содержать углубленное изложение научных основ происходящих в этой области процессов и большое коли-

чество примеров их расчета. В то же время, по мысли Плаксина, следует подготовить и издать ряд пособий (атласы, чертежи, руководства для расчета аппаратуры, справочники, монографии по отдельным вопросам, которые не только бы разгрузили основные учебники, но помогли лучше усвоить их материал).

Обогащение полезных ископаемых стало важной отраслью социалистической промышленности. В годы первых пятилеток она получила новую техническую основу, чему в немалой степени способствовал небывалый размах в области совершенствования теории и практики обогащения. Однако в литературе по обогащению полезных ископаемых, как отмечал Плаксин, все еще встречались необоснованные преувеличения авторами успехов и достижений зарубежных ученых. Грешила она и нечеткой терминологией, а главное, в ней слабо освещался приоритет советских исследователей в обогащении полезных ископаемых, что создавало неправильное впечатление о техническом уровне нашей страны в этой области. Издание новой технической литературы и в первую очередь учебников, полноценно отражающих достижения отечественной науки и изложенных хорошим русским языком, является, по мнению автора, актуальной задачей советских ученых.

Большой заслугой И. Н. Плаксина-педагога было создание им первоклассных учебников и учебных пособий по гидрометаллургии и обогащению полезных ископаемых.

Выше уже отмечалось то значение, какое имели для развития высшей школы и подготовки инженерных кадров выпущенные Плаксиным в 1935, 1939 и 1943 гг. учебники и пособия по металлургии благородных металлов. Несмотря на то, что эти издания предназначались в основном для высшей школы, по охвату материала и подбору подробных данных по аппаратуре и технологии они были исключительно полезными и для ученых и для работников промышленности. Неудивительно, что книги И. Н. Плаксина воспитали несколько поколений инженеров-цветников, дав им необходимые по специальности знания.

В 1958 г. вышло в свет последнее из прижизненных публикаций учебника Н. И. Плаксина по металлургии благородных металлов. Эта компактная, насыщенная уникальным материалом книга, продолжая словно эстафета традицию первых двух изданий, полностью отвечает сов-

ременному уровню и состоянию металлургии благородных металлов в нашей стране и за рубежом. В этой связи необходимо подчеркнуть, что компактность, максимальная конкретность, доступное изложение сложных вопросов — характерные черты всех учебников И. Н. Плаксина, отражающих его личный вклад в важную отрасль науки.

Одна из учениц и многолетних сотрудниц ученого А. М. Околович, отмечая значение учебников И. Н. Плаксина, в частности, пишет: «Его учебник «Металлургия благородных металлов», 1943 г. издания, в годы войны, для меня, молодого специалиста, стал наставником в нелегком труде на фабриках «Каззолото». Только один экземпляр был получен в рудоуправлении, брать домой его не разрешалось и поэтому велика была моя радость, когда в Москве купила я этот учебник в букинистическом магазине».

В 1952 г. в нашей стране вышел в свет многотомный справочник по обогащению полезных ископаемых. В его основу лег перевод (с большими дополнениями) американского справочника А. Ф. Таггарта [32]. В третьем томе советского издания помещен большой очерк И. Н. Плаксина «О современном состоянии теории флотации». Очерку сопутствовало характерное примечание главной редакции (в состав которой входил и Плаксин): «В справочнике Таггарта приводятся устарелые и весьма неполные сведения по теории флотации. Поэтому после первого раздела (теория флотации и химия флотационных реагентов) мы приводим это краткое дополнение (составленное чл.-кор. АН СССР И. Н. Плаксиным) с указаниями на ошибочность теоретических воззрений Таггарта и его сотрудников» [32, с. 495].

Далее на 15 страницах подробно рассматривались ошибочные положения в теории флотации, содержащиеся в работах зарубежных авторов, и одновременно обосновывался приоритет советской науки в теории флотации. Появление этой работы Плаксина имело большое методологическое значение и свидетельствовало о больших успехах теории флотации, достигнутых уже в 50-х годах.

В 1955—1959 гг. при руководящем участии И. Н. Плаксина были подготовлены и выпущены в качестве учебной литературы «Атлас технологического оборудования обогатительных фабрик» и книга «Технологическое оборудование обогатительных фабрик» [46, 40]. Это были первые

такого рода работы в отечественной и мировой практике.

Еще большее значение имела публикация в 1961 г. фундаментального произведения «Флотация», созданного И. Н. Плаксиным совместно с В. А. Глембоцким и В. И. Классеном [56]. По существу, «Флотация» явилась первой сводной книгой — учебником, освещающим важнейший метод обогащения полезных ископаемых. По оригинальности структуры и изложению она выгодно отличалась от подобных зарубежных изданий и очень скоро стала настольной книгой производителей.

В 1963 г. книга вышла на английском языке в Нью-Йорке в издательстве «Primary Sources». Впервые в США была выпущена советская работа по обогащению. Обложку книги венчало высказывание одного из ведущих специалистов-обогащителей Англии, профессора М. Г. Флеминга: «Научное лидерство во флотационных исследованиях теперь несомненно за русскими». (Ученый произнес эти слова во время выступления на V Международном конгрессе по обогащению полезных ископаемых.) Имелось на обложке и такое сообщение: «Авторы пытались достигнуть органической связи теории и практики, дать эволюцию отдельных проблем теории и практики флотации и указать пути их дальнейшего развития».

Педагогическая работа Игоря Николаевича не прерывалась и в годы Великой Отечественной войны. Как уже говорилось, в 1941—1943 гг. он заведовал кафедрой металлургии благородных металлов Уральского индустриального института (Свердловск). С 1943 г. Плаксин вновь возглавил кафедру металлургии благородных металлов МИЦМиЗа. Ученый руководил ею до 1962 г., до момента перевода этого института в Красноярск. После этого принял заведование объединенной кафедрой металлургии радиоактивных металлов и комплексной переработки полиметаллических руд в Московском институте стали и сплавов. На этой кафедре велись исследования по переработке многих цветных металлов и руководить ее работой было делом весьма сложным. Одновременно Плаксин читал лекции студентам. При этом, кроме уже хорошо знакомых и практически созданных им курсов, он вел совершенно новый для него — по металлургии радиоактивных металлов.

Ученый весьма тщательно готовился к каждой лекции: штудировал отечественные и зарубежные источники, составлял расширенные перечни интересных в технологиче-

ском отношении иностранных заводов, перерабатывающих урановые руды и концентраты, и комментировал особенности их производства. По всеобщему мнению, он был блестящим лектором. Профессор И. М. Грацештейн подчеркивал, что лекции Плаксина «были глубокими по содержанию и блестящими по форме». Профессор Г. А. Хан, работавший одно время ассистентом Плаксина по курсу металлургия благородных металлов, рассказал о том, как ученый, стремясь органически связать теорию с практикой, «рекомендовал ассистентам посещать его лекции. Собственно говоря, не было необходимости в такой рекомендации, ибо сами ассистенты чувствовали, что, не прослушав лекций, насыщенных новейшими данными по теории и практике обработки золотосодержащих руд, не могут проводить практические занятия в соответствии с современным развитием гидрометаллургии благородных металлов. И. Н. читал лекции исключительно увлекательно. Он считал, что при изложении любой трудной темы лектор не должен отрываться от аудитории, и если это имеет место, то в этом повинен сам лектор. Поэтому И. Н. очень внимательно следил за реакцией аудитории. Интерес к лекциям усиливался тем, что они иллюстрировались примерами из практики работ отечественных и зарубежных предприятий золотоплатиновой промышленности, которые развивались при активном его участии». Об этом вспоминают и супруги Лопатины, которые студентами учились у И. Н. Плаксина. По их словам, Игорь Николаевич в своих лекциях часто ссылался на опыт зарубежных предприятий, сравнивая их с отечественными. Стоило ему сказать «а вот в Канаде (Англии, Франции и т. п.), где я недавно побывал...», и он легко овладевал вниманием большой аудитории.

Популярные лекции Плаксина имели большое значение при выборе студентами специализации. «Беседы с Игорем Николаевичем в кружке, — считают Лопатины, — утвердили нас в правильности выбора специализации, так как лучше, чем он, теорию и технологию получения благородных металлов не знал никто и, кроме всего, его увлекательный живописный рассказ о советской золотопромышленности, ее трудностях и успехах в послевоенный период завораживал, хотелось побыстрее испробовать свои силы и помочь стране».

Студенты любили и глубоко уважали Плаксина. «Его демократичность и доброжелательство, — вспоминают Ло-

цатины,— были известны студентам — он двоек на экзаменах практически не ставил. Но явно неуспевающие к нему не шли сдавать — было совестно, неудобно краснеть перед таким человеком. Знал ли он о добрых отношениях к нему студентов? Да, конечно. И интерес этот: и к предмету, который он читал — металлургия благородных металлов, и к себе он тоже растил».

В сентябре 1966 г. состоялась последняя лекция И. Н. Плаксина. Дело в том, что его жена, Л. Д. Плаксина, работавшая доцентом на кафедре обогащения полезных ископаемых, тогда заболела и не смогла прочитать вводную лекцию по курсу «Обогащение руд цветных и редких металлов» студентам-металлургам. Чтобы не срывать лекции для целого потока (около 100 человек), Плаксин решил прочитать ее сам. Лекция оказалась настолько увлекательной и интересной, что студенты потока вспомнили ее в течение всего курса, с восторгом повторяя: «Вот это была действительно лекция академика!!!»

Педагогическая деятельность И. Н. Плаксина не ограничивалась подготовкой будущих инженеров. Он вел огромную работу и с аспирантами. Более 70 его учеников успешно защитили кандидатские и докторские диссертации. Под руководством И. Н. Плаксина повышали свою квалификацию ученые Чехословакии, Болгарии, Румынии, Польши, ГДР и др.

Об исключительно теплом отношении ученого к молодежи говорят все, кто его знал. Например, его ученица Г. Н. Хажинская отмечает, что «он очень любил молодежь и никогда не отказывал в научной помощи, призывал к этому своих сотрудников. Был такой случай, когда одна, весьма уважаемая сотрудница И. Н., ссылаясь на конец года и большую загруженность в работе, предложила перенести семинар, на котором должны были заслушиваться работы аспирантов на другое время и вообще сократить количество этих семинаров. Игорь Николаевич при этом нахмурился, сурово взглянул и сказал: «Когда Вы были молоды, Вам помогали в любое время года, а теперь Вы должны помогать другим. И давайте договоримся, что это будет первый и последний разговор на эту тему». Сам же он, несмотря на свою огромную занятость, всегда находил время, чтобы просмотреть чью-то работу, поправить чью-то статью, дать кому-то необходимый совет».

Н. А. Суворовская, многолетняя сотрудница И. Н. Плаксина, рассказывает, «как И. Н., не считаясь со временем,

всегда старался помочь своим ученикам. Как-то она, обращаясь к И. Н., сказала: «Вы очень заняты, а мне бы хотелось с Вами переговорить, И. Н.!» И. Н. на это, улыбаясь, ответил: «Да, я очень занят, но если это касается Ваших дел, я, конечно, найду время». И. Н. всегда находил ободряющие слова для начинающих ученых и, если они чувствовали себя еще не очень прочно, говорил: «Ну что же, ничего... ведь не боги горшки обжигают».

А. М. Околович, в прошлом аспирантка И. Н. Плаксина и одна из его многолетних сотрудниц, подчеркивая благожелательность учителя к молодежи и одновременно его необыкновенную память и эрудицию, вспоминает: «Поражали знания И. Н. и конкретного фактического материала, и имен предшествующих исполнителей за прошлые годы. Невольно возникает такое сравнение: один из наших современников, крупный и авторитетный специалист-обогадитель вспоминал историю вопроса для того, чтобы подчеркнуть, мол, «все было известно раньше и данная работа сделана для упражнения, которое может быть и полезно».

И. Н. также вспоминал историю, но для того, чтобы подчеркнуть и выявить то новое, что дает рассматриваемая работа, причем формулировал новизну ее даже более четко и выпукло, чем это иногда делал сам автор работы».

О том, как Плаксин работал с аспирантами, рассказывают Лопатины. По их словам, Плаксин «никогда не ставил задачу аспиранту: получить то-то, а говорил: «пожалуй, надо бы посмотреть вот это...», поэтому результаты исследований в заданном направлении были неожиданными только для аспирантов. Оказывалось, что Игорь Николаевич превосходил результаты работы еще до ее окончания, но при этом он никогда не говорил о результате, давая возможность аспирантам самим сделать какие-то маленькие открытия и испытать радость при этом. Сам же он потом откровенно удивлялся полученным результатам, как будто убедился в них только при обсуждений».

Как искренне, страстно и восхищенно высказывал И. Н. Плаксин восторженные отзывы в адрес молодых ученых, если видел в них проявление таланта. Так, профессор В. А. Глембоцкий, много лет проработавший с И. Н. Плаксиным, рассказывает: «Как-то мы с И. Н. принимали кандидатский экзамен у поступающей ко мне в заочную аспирантуру специалиста-обогадителя из Кривого Рога Богдановой И. П. После ее глубоких по содержанию

нию и блестящих по форме ответов на все вопросы И. Н., ничем не выдавая своего впечатления об этих ответах, обращаясь к экзаменуемой, строго сказал ей: «Выйдите на минуту, мы с В. А. обсудим Ваши ответы, а потом объявим Вам свое решение». Но как только И. П. Богданова вышла из комнаты, лицо И. Н. озарилось улыбкой и он, обращаясь ко мне, восторженно спросил: «Послушайте, В. А.! Где Вам удалось откопать такую чудаспирантку?» На что я спокойно ответил: «Сама откопалась: пришла ко мне и сообщила тему, по которой хотела работать». Я мог бы рассказать много случаев, когда И. Н. горячо, искренне радовался успехам молодых ученых, аспирантов и особенно, конечно, своих учеников».

И они платили ему горячим восхищением и любовью. Он был для них учителем, которого почитали, уважали и которому верили.

«Чем я обязана Игорю Николаевичу? — говорила А. М. Околович. — Всем, что получает ученик от настоящего учителя при становлении в науке: возможность интересно трудиться в его творческом коллективе; право выбора своего направления исследований; свободу при высказывании своего мнения!»

Аспирантов тянуло к Плаксину не только потому, что он являлся выдающимся специалистом в выбранной ими области науки и большим ученым-энциклопедистом, эрудированным во многих смежных областях, блестяще знавшим литературу и искусство, молодежь притягивала его простота, доступность, желание, несмотря на занятость, помочь каждому и в «житейских» делах. Плаксин, например, мог энергично хлопотать по поводу приема в детский сад детей своих сотрудников или аспирантов, проявлял трогательную заботу по части лечения самого аспиранта или его родственников.

Своим огромным опытом в деле подготовки и воспитания аспирантов и молодежи вообще И. Н. Плаксин поделился в статье «Воспитывать идейность и преданность науке», опубликованной в 1947 г. [16]. Ученый говорил в ней о путях повышения качества самой аспирантуры. Прежде всего он отметил, что требования, предъявляемые при защите диссертаций в нашей стране, значительно выше, чем за рубежом. Но, несмотря на большие достижения в этой области, по-прежнему стоит задача дальнейшего улучшения подготовки молодых научных кадров через аспирантуру. Для успеха в этом деле, по мнению

учёного, прежде всего необходимо выявить и дальнейшие развивать живой интерес аспиранта к науке, притом не только к ее конечным результатам, но и к самому процессу научного исследования, представляющему длительный, иногда тернистый путь.

По словам Плаксина, он встречал в высшей школе много студентов — отличников по всем предметам, но мало пригодных к научной деятельности. Наряду с такими студентами были лица, не имеющие отличных оценок по всем дисциплинам, но интересующиеся определенной областью знания в большей степени, чем другими. Эта идея и направленность, по мнению Плаксина, является лучшей предпосылкой того, что студент, заинтересовавшийся наукой на школьной скамье, в дальнейшем останется верным своему призванию, независимо от того, в какой степени отвечает избранный им род деятельности его чисто практическим интересам.

Будучи сам преданным до конца науке, И. Н. Плаксин активно боролся за воспитание этой преданности у своих учеников и сотрудников. «Страстность в науке, — подчеркивал он, — отсутствие безразличия, индифферентного отношения к ее развитию и достижениям являются драгоценными свойствами ученого. Эти свойства нужно всемерно прививать аспирантам, воспитывая их в духе борьбы за чистоту научного направления, нетерпимое отношение к извращениям науки, к ее фальсификации» [16, с. 24].

Призвание к научной работе, дарования в этой области, по убеждению Плаксина, проявляются рано, поэтому, когда в аспирантуру поступает инженер со стажем, через его интересы или в беседах с ним нужно искать доказательств того, что он значительно раньше вступил на путь творческой деятельности. Этот момент, характеризующий научную идейность и преданность избранному роду деятельности, является важным условием отбора кандидатов в аспирантуру.

Большое внимание И. Н. Плаксин уделял времени поступления в аспирантуру. Он подчеркивал, что развитие творческих возможностей весьма индивидуально, но чаще проявляется в молодые годы, и это надо учитывать. Наряду с этим успешная научная работа в области технических специальностей требует производственного практического опыта.

Важное значение в деле подготовки научного работника И. Н. Плаксин отводил преподавательской работе,

а также правильному установлению обязательных аспирантских экзаменов. Однако, по мнению Плаксина, в ряде случаев, например, когда аспирант имеет достаточный производственный стаж, он может освобождаться от экзамена по специальности. Контроль за подготовкой аспиранта должен осуществляться путем обсуждения совместно с руководителем достигнутых результатов. Аспиранты, считает Плаксин, обязаны следить за текущей литературой и за всем комплексом нового (доклады, конференции и т. д.), появляющегося в данной области научной работы.

Многогранная педагогическая деятельность И. Н. Плаксина свидетельствует о том, что в его лице наша страна имела не только выдающегося ученого, но и замечательного педагога и воспитателя научной смены.

Организатор и руководитель науки

Большие научные достижения И. Н. Плаксина, его учеников и сотрудников теснейшим образом связаны с организаторским талантом ученого: умением подбирать кадры, создавать творчески активные коллективы исследователей, выделять главные направления работ с учетом интересов промышленности, участвовать в научно-технических и других общественных организациях.

Как известно, Плаксин неоднократно выступал в печати, вскрывая недостатки в развитии науки, в частности указывая на медленное внедрение научных достижений в производство. Коммунист и патриот, он глубоко понимал государственное значение науки и задачи, поставленные перед ней Партией и Правительством. Плаксин страстно отстаивал свои принципиальные позиции, смело критикуя ошибки своих научных коллег. Его критика была деловой, принципиальной, доброжелательной, причем он не только призывал к устранению тех или иных ошибок, но и предлагал конкретные пути и средства их ликвидации.

Профессор В. А. Глембоцкий, проработавший с И. Н. Плаксиным почти 20 лет, вспоминает: «Как иногда необходимо оглянуться назад, чтобы лучше осмыслить итоги деятельности какого-либо выдающегося ученого! Работая рука об руку с И. Н., повседневно встречаясь с ним в рабочей обстановке, совершая с ним поездки на пред-

приятия и на научные конгрессы за границу, организуя и проводя с ним различные совещания, я, конечно, видел как много он и плодотворно работает; однако, по-настоящему, итоги и интенсивность его труда я могу оценить лишь сейчас, суммируя эти итоги. Десятки общественных поручений, руководящее участие во многих научных и инженерных обществах, активная работа в десятке Ученых советов и в ВАКе, безукоризненное выполнение партийных заданий, непрерывная генерация все новых и новых идей и научных направлений, активная работа в редколлегиях нескольких журналов, непрерывное участие во всех общественных мероприятиях института, втуза, отдела лаборатории редких элементов (которой заведовал И. Н.) — все он успевал делать, со всем блестяще справлялся! Поистине гигантская работа на пользу науке проделана И. Н. Трудно себе даже представить насколько она велика. Только сочетание выдающихся способностей ученого с величайшей собственной организованностью и талантом организатора — могли все это обеспечить».

Объем книги не позволяет осветить полностью всю колоссальную организаторскую работу И. Н. Плаксина. Поэтому мы остановимся лишь на основных ее моментах.

Прежде всего расскажем о некоторых выступлениях Плаксина в печати по вопросам организации науки и ее задач. В одной из статей, посвященных необходимости скорейшего развития передовой теории флотации [31], ученый, ссылаясь на директивы XIX съезда партии, рекомендует АН СССР, союзным академиям и в особенности заинтересованным министерствам проявить должную настойчивость в организации работ по флотации. В целях обеспечения развития теоретических работ в этой области он, в частности, предлагает значительно расширить Лабораторию обогащения в ИГД АН СССР, укрепить ее кадрами, дооснастить современной аппаратурой и приборами.

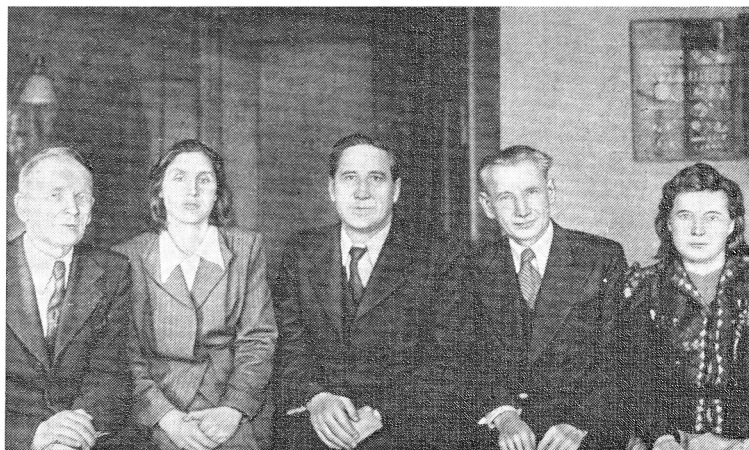
Успешное развитие флотации во многом зависит от выпуска соответствующих флотационных реагентов. И. Н. Плаксин явился одним из организаторов Всесоюзного совещания по флотореагентам. Больше того, ученый выступил в печати с резкой критикой отдельных министерств и институтов, не уделявших должного внимания этому важному вопросу. В статье «К итогам совещания по флотационным реагентам при Институте горного дела Академии наук СССР» [30] он писал, что техническое уп-

правление Министерства цветной металлургии пассивно относится к задаче обеспечения источниками сырья и развития производства флотореагентов. Значительную ответственность за это должны также нести институты АН СССР и отраслевые институты, в первую очередь Механобр и Гинцветмет. Большое значение должны иметь, по мнению Плаксина, поиски новых сырьевых ресурсов в различных областях промышленности, необходимых для производства высококачественных вспенивателей. Эти работы следует вести в отраслевых и академических институтах; к ним, считает ученый, нужно привлечь и Институт органической химии АН СССР. Вопросы, поставленные ученым в статье, и сейчас не утратили своей актуальности.

Заслуживает внимания подход Плаксина к вопросу организации научных исследований вообще и в области обогащения полезных ископаемых в частности, показанный в статье «Научные проблемы ВУЗов цветной металлургии» [15]. Ученый рассматривает его с позиций сегодняшнего дня. Он подчеркивает, что в решении задач, стоящих перед исследователями, большую роль играет непрерывность фронта научно-исследовательской работы. По мнению ученого, при распределении научных проблем между центральными и местными научно-исследовательскими ячейками не должно быть слабых, «уязвимых», пропущенных участков. При этом надо учитывать и крупные научные центры, и заводские лаборатории, помня, что там должны быть специалисты, способные решать любой вопрос исследовательской темы. Необходимо также, подчеркивает Плаксин, создать непрерывный фронт научной работы, начиная от академических институтов и кафедр высших учебных заведений и кончая лабораториями промышленных предприятий.

Лучше всего, по его убеждению, обеспечивают внедрение в практику новых научных достижений хорошо развитые заводские лаборатории. Они нужны также и для быстрой проверки новых предложений цеховых инженеров; у последних должна быть возможность экспериментирования в лаборатории. Только при таком тесном контакте «новые мысли, возникающие в области техники, могут своевременно претворяться в жизнь».

Во многих своих работах Плаксин указывает на важность целенаправленной связи теории с запросами техники. При этом он подчеркивает, что исследования в об-



И. Н. Плаксин с ближайшими сотрудниками кафедры металлургии благородных металлов МИЦМиЗа (1940 г.). Слева направо: С. К. Шабарин, А. И. Синельникова, И. Н. Плаксин, М. Д. Ивановский, М. А. Кожухова

ласти физической химии, физики, химии, гидродинамики также должны вестись широким научным фронтом [34].

Необходимость развития техники на научной основе Плаксин подкрепляет примерами из зарубежной практики, ссылаясь, в частности, на то, что «американская техника флотации достигла чисто эмпирическим путем довольно высокого уровня, но за счет огромных лишних расходов и потерь. Американские работы в области флотации представляют пример исключительного разрыва между теорией и практикой. Примером подобных работ являются работы Таггарта и его сотрудников» [34, с. 30].

Обращая внимание на связь теории флотации с естественно-научными дисциплинами, Плаксин призывает творчески переносить достижения естествознания в технику. В этой связи он приводит пример не критического применения к трактовке взаимодействия реагентов с минералами так называемой теории резонансных состояний. Авторы такой трактовки, по словам Плаксина, явно недооценили наследие русских химиков — Бутлерова, Ильинского и др., заложивших основу современных взглядов на структуру вещества.

Сближение естественных и технических наук должно

быть взаимным. Недопустимым, по мнению Плаксина, является то, что в Институте геологических наук АН СССР долгое время не рассматривалась такая важнейшая в народнохозяйственном отношении отрасль, как техническая петрография, ставящая своей задачей наряду с разработкой теоретических вопросов, исследование заводских и технических продуктов с целью улучшения металлургических процессов.

Интересна позиция И. Н. Плаксина в вопросе о месте гипотез в развитии науки. Он строит ее на основе взглядов основоположников марксизма-ленинизма и корифеев естествознания на роль гипотез в создании законченных научных теорий. В частности, Плаксин в одной из своих работ ссылается на следующее высказывание Ф. Энгельса: «Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является гипотеза. Наблюдение открывает какой-нибудь новый факт, делающий невозможным прежний способ объяснения фактов, относящихся к той же самой группе. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, опирающегося сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений. Дальнейший опытный материал приводит к очищению этих гипотез, устраняет одни из них, исправляет другие, пока, наконец, не будет установлен в чистом виде закон. Если бы мы захотели ждать, пока материал будет готов в чистом виде для закона, это значило бы приостановить до тех пор мыслящее исследование и уже по одному этому мы никогда не получили бы закона»¹.

Подчеркивая первостепенное значение теоретических знаний, И. Н. Плаксин целиком разделяет мнение М. В. Ломоносова, критиковавшего тех химиков, которые «выше угля и пепла головы своей поднять не смеют». В этой связи он вспоминает известное изречение И. П. Павлова о том, что нельзя превращаться в «архивариусов фактов», а надо пытаться «проникнуть в тайну их возникновения»².

Еще и еще раз указывает Плаксин на необходимость тесных связей флотационной науки с естественными, считая, что многие вопросы, имеющие первостепенное значение для теории флотации, являются общими и для ряда отделов физической химии, общей химии и физики. На-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 555.

² Павлов И. П. Письмо к молодежи. Правда, 1950, 22 июля.

пример, мозаичность распределения свойств на поверхности твердого тела была изучена рядом советских ученых. По мнению Плаксина, с позиций этих общих плодотворных представлений можно трактовать частные случаи данной проблемы, например, взаимодействие реагентов с поверхностью минералов в процессах флотации.

В то же время Плаксин критикует исследователей, вводящих гипотезы «без особой необходимости» и особенно такие, которые долгое время остаются недоказанными. Например, по словам ученого, нельзя согласиться с профессором К. Ф. Белоглазовым, принявшим в своей книге по кинетике флотационных процессов весьма значительное число довольно произвольных гипотез, причем порой трудно согласующихся с современными представлениями. В то же время Плаксин высоко оценивает работу Белоглазова, которая, по его мнению, интересна своей направленностью, заключающейся в стремлении к изучению скорости флотации.

Большое практическое значение в деле организации научных исследований, особенно на заключительном этапе, имеет техническое внедрение научных достижений. К этому важному вопросу И. Н. Плаксин возвращался неоднократно, выступая в печати со статьями, где, с одной стороны, подводился итог разработки научных основ процессов обогащения, а с другой — намечались пути их практического внедрения. Тематика этих статей разнообразна и в первую очередь она касается проблем, связанных с развитием золото-платиновой промышленности, с обогащением железных руд, с флотацией углей и т. п.

В 1935 г. И. Н. Плаксин выступает со статьей «Итоги и задачи научно-исследовательских работ по золоту и платине в СССР» [5]. Ученый подверг в ней резкой критике мнение о том, что золотоплатиновая промышленность не нуждается в высокой технике, а осуществляемые в ней технологические процессы — не требуют серьезной научной базы. По словам ученого, достаточно обратиться к истории техники, чтобы увидеть совершенно обратное. Золотая промышленность сама явилась колыбелью ряда методов и аппаратов. Достаточно указать на ту роль, которую оказало развитие техники золотой промышленности в изобретении и практическом внедрении обогатительной аппаратуры — дробления, измельчения и классификации, чтобы оценить ее значение для развития механической обработки полезных ископаемых. В этой

связи Плаксин подробно осветил главнейшие проблемы, решение которых, по его мнению, могло принести новые успехи золото-платиновой промышленности.

В 1936 г. И. Н. Плаксин опубликовал статью «Научные работы по золоту — на службу стахановскому движению» [7]. Быстро реагируя на все передовое в технике, Плаксин в этой статье уделял основное внимание более полному извлечению всего комплекса компонентов из золото-содержащих руд: кинетике процессов извлечения золота; широкому внедрению методов обогащения, не применявшихся в отечественной практике; использованию новых конструкций аппаратов, дающих более эффективные результаты. По всем этим вопросам Плаксин дал конкретные предложения, подкрепленные примерами из отечественной и зарубежной практики. В частности, касаясь изучения кинетики процессов, ученый писал: «Одной из основных задач по усовершенствованию гидрометаллургических процессов является овладение кинетикой процессов ускорения их и повышение производительности аппаратуры, которой пользуется наше производство. Эта задача, может быть, больше, чем какая-либо другая, отражает в себе действительную цель стахановско-бусыгинского движения, которое сейчас охватило все отрасли нашей промышленности. Работы советских лабораторий, а также достижения Южно-Африканской промышленности намечают пути в этом направлении. Прямым выводом из них является необходимость изобретения и конструирования таких аппаратов, в которых кислород был бы в большей степени сконцентрирован и введен в цианистый раствор. Это рисует весьма заманчивую перспективу, особенно в связи с получением концентратов путем флотации и со шлюзов» [7, с. 12].

В статье «Итоги исследований и задачи внедрения современной техники обогащения железных руд» [41], написанной в 1956 г., он ссылается на Директивы XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1956—1960 гг., где, в частности, отмечалось отставание ряда отраслей производства в деле внедрения и использования новейших достижений современной науки и техники. В черной металлургии это особенно проявилось заметно в области обогащения железных руд, хотя, по словам ученого, важность развития этой отрасли техники за последние 5—10 лет подчеркивалась неоднократно.

Плаксин назвал конкретные меры по устранению указанных недостатков. «Для успешного освоения прогрессивного процесса флотации,— писал ученый,— давно следовало ввести в действие в Кривом Роге опытную установку и организовать производство флотореагентов, в частности окисленного керосина или уайт-спирита и кислого гудрона, а также катионных реагентов» [41, с. 49]. Знакомство с зарубежным опытом позволило Плаксину предложить ряд мероприятий, направленных на быстрее внедрение обогащения руд в тяжелых средах. Это прежде всего — безотлагательное строительство опытных фабрик, создание производства гранулированного ферросилиция и одновременное продолжение работ по усовершенствованию процесса и конструирования аппаратуры.

Большое внимание, как, впрочем, и в других работах, Плаксин уделяет проблеме комплексного использования сырья. По его мнению, она совершенно неудовлетворительно решается в железорудной промышленности. Ученый призвал руководителей этой отрасли начать практическое осуществление «разработанных мероприятий, обеспечивающих дальнейший технический прогресс в технике обогащения руд» [44, с. 50].

Начавшаяся в 50-х годах научно-техническая революция, одной из характерных черт которой является комплексная автоматизация, затронула область обогащения полезных ископаемых. В эти годы в работах И. Н. Плаксина, посвященных организации научных исследований и внедрению их достижений в технику, стали анализироваться вопросы, связанные с автоматизацией производства. Например, в статье «Итоги работы в области науки и внедрений в технике обогащения руд» [48] в числе первоочередных проблем в деле подъема технического уровня обогащения автор отмечает необходимость осуществления контроля обогатительных процессов с привлечением методов потенциометрического анализа, с более широким использованием радиоактивных изотопов и излучений, с анализом содержания кислорода и степени окисления минералов в различных стадиях флотации и др. Важнейшей задачей при этом Плаксин считает автоматизацию и централизацию управления работами, производимыми как на обогатительных фабриках, так и на поверхности шахт (в едином комплексе с фабрикой).

Своевременная постановка Плаксиным крупных организационных проблем науки и техники, имеющих обще-

государственное значение — не случайна. Ученый жил интересами народного хозяйства страны, стремился быть в самой гуще дел, вытекающих из развития производства, нужды которого он хорошо знал и чувствовал. Его знания и опыт выдающегося ученого в области обогащения и гидрометаллургии приносили эффективную пользу как науке, так и производству, в первую очередь цветной и черной металлургии, угольной и химической промышленности и др.

Сохранилось много документов, относящихся к различным периодам жизни И. Н. Плаксина и свидетельствующих о его работе по оказанию консультативной и прямой научно-технической помощи комбинатам, обогатительным фабрикам, исследовательским и проектным организациям Дальнего Востока, Сибири, Урала, Донбасса, Казахстана и других регионов страны. Ученый неоднократно выезжал туда по заданиям руководителей промышленности: А. П. Серебровского, П. Ф. Ломако, П. Я. Антропова и др.

О масштабе организационной работы И. Н. Плаксина можно судить даже по далеко не полному перечню выполнявшихся обязанностей.

В 1931 г. он по приглашению академика Н. С. Курнакова вошел в состав редколлегии «Журнала прикладной химии». В течение многих лет он являлся членом научно-технического совета Министерства цветной металлургии. Помимо этого он был Председателем экспертных комиссий ВАКа по металлургическим специальностям (с 1946 г.) и членом Пленума ВАК.

До конца жизни И. Н. Плаксин входил в редколлегии журналов «Цветные металлы», «Советская золотопромышленность», «Механизация тяжелых и трудоемких работ», реферативного журнала «Металлургия», ряда академических периодических изданий. В течение многих лет он вел большую работу во Всесоюзном научно-инженерно-техническом обществе (ВНИТО), состоял членом Правления Общества по распространению политических и научных знаний РСФСР, являлся автором и редактором многих статей по гидрометаллургии и обогащению полезных ископаемых в БСЭ.

Начиная с 50-х годов И. Н. Плаксин участвовал в деятельности Совета по изучению производительных сил АН СССР (СОПС). Одновременно он работал в Горно-металлургической секции Комитета по Государственным премиям, а также в Совете научно-технической экспертизы Госплана СССР.

И. Н. Плаксин — член Совета по применению радиоактивных изотопов для автоматизации производственных процессов, заместитель председателя Совета по проблеме «Новые металлургические процессы и сплавы», председатель секции обогащения НТС Комитета по топливной промышленности СМ СССР, заместитель председателя секции отделения технических наук АН СССР по металловедению, горному делу и обогащению, член Правления Института советско-американских отношений и вице-президент научно-технической секции Союза обществ Дружбы с зарубежными странами, член Комиссии по выписке иностранной литературы Президиума АН СССР. В 1962 г. канадский ученый доктор Ф. Хабаша предложил И. Н. Плаксину войти в состав редколлегии международного «Журнала по экстрактивной металлургии».

И. Н. Плаксин являлся создателем и руководителем Научного совета АН СССР по физико-химическим проблемам обогащения. Находясь на этом посту, он вел большую работу по координации научных исследований в стране. За три года ученый организовал и провел 12 всесоюзных совещаний и семинаров, участники которых нередко выезжали для консультаций и помощи в промышленные районы страны. Совет продолжает функционировать и сейчас, являясь важным направляющим и координирующим центром обогатительной науки в стране.

Наконец, следует отметить колоссальную работу И. Н. Плаксина как руководителя советского Оргкомитета по подготовке участия СССР в международных конгрессах по обогащению полезных ископаемых.

Ученый неустанно заботился о развитии своей любимой области науки. Его интересовало все, что происходило на том или ином ее участке. О его внимании к развитию обогащения в нашей стране рассказывают многие деятели науки и техники. Так, директор Горного института Кольского филиала АН СССР член-корреспондент АН СССР И. А. Турчанинов отмечает, что во многом благодаря И. Н. Плаксину, обогатительная наука успешно развивается и на Кольском п-ове; аналогичного мнения придерживается и вице-президент АН Тадж ССР П. М. Соложенкин, когда говорит о больших заслугах И. Н. Плаксина в деле укрепления этой области науки в Казахстане и других республиках Средней Азии; на неоценимую помощь И. Н. Плаксина эстонским обогатителям указывает Р. Кох. Особенно ярко эта сторона деятельности Плак-

сина проявилась в первые послевоенные годы, когда наша промышленность нуждалась в быстрейшем восстановлении. Вот что писал об этом руководитель углеобогатительной промышленности И. С. Благов: «Вспоминаю, сколько энергии и усилий приложил И. Н., чтобы внести свой вклад в возрождение разрушенного войной хозяйства Донецкого бассейна, сколько проектов восстановления углеобогатительных фабрик было им рассмотрено, сколько консультаций было им проведено при проектировании и строительстве новых объектов, с какой деловитостью, внутренней дисциплиной и целеустремленностью проходили координационные совещания, которыми он руководил».

Плаксин прекрасно понимал, что для успешного развития обогатительной науки необходимо создание крупного научного центра, где бы наряду с видными учеными-обогатителями могли работать молодые исследователи. Один из ведущих отечественных специалистов обогатителей профессор О. С. Богданов вспоминает: «Основной заслугой И. Н. является прежде всего то, что он организовал и создал значительный коллектив обогатителей в ИГД АН СССР, из которого вышли крупные ученые в области обогащения полезных ископаемых. Должен отметить, что более внимательного и чуткого к взглядам других собеседника — трудно представить».

Профессор В. И. Мелик-Гайказян в своих воспоминаниях об И. Н. Плаксине отмечает «полную объективность И. Н. при рассмотрении экспериментальных данных и исключительную доброжелательность к людям», качества, которые, «к сожалению, встречаются не очень часто». Вспоминая о том, как Плаксин поддерживал его начинания в науке, он пишет: «Какой широтой взгляда надо обладать, чтобы еще в сырых и неоформившихся идеях увидеть новое, согласиться с ним и, используя свое положение и широкие возможности, способствовать развитию этих представлений, ограждая их от всяческих нападок».

Хорошо знавший Плаксина лауреат Государственной премии Н. В. Матвеев так же отмечает организаторский талант ученого. По его словам, «благодаря редкому сочетанию качеств крупного ученого, прекрасного организатора и обаятельного человека, И. Н. объединил вокруг себя группу ученых-обогатителей весьма высокой квалификации. В узком кругу их называли дружелюбно и шутливо «плаксиноидами».

Из этой группы выросли ученые физикохимики и флотаторы, известные в кругах обогатителей не только Советского Союза, но и за рубежом: В. А. Глембоцкий, В. И. Классен, В. И. Тюрникова, В. А. Чантурия, Л. А. Барский, Р. Ш. Шафеев, Л. П. Старчик и многие другие, кто с честью расширяет горизонты советской науки».

Из маленькой ячейки обогатителей в ИГД АН СССР, основанной И. Н. Плаксиным в середине 40-х годов, возник мощный Отдел обогащения полезных ископаемых. Его возглавил И. Н. Плаксин. В состав отдела вошло пять лабораторий, охватывающих все основные направления обогатительной науки, отдел быстро набирал силы и скоро превратился в наиболее авторитетный, ведущих в СССР центр теоретических исследований в области обогащения полезных ископаемых. В то время в составе отдела работали четыре соратника Плаксина доктора наук В. А. Глембоцкий, В. И. Классен, Н. Ф. Олофинский, Н. А. Суворовская. Вскоре к ним пришло поколение из числа учеников Плаксина. В исследования включились молодые доктора наук Р. Ш. Шафеев, Л. П. Старчик, Л. А. Барский, В. И. Тюрникова, В. А. Чантурия, Г. Д. Краснов, Н. С. Власова. Более 20 сотрудников отдела защитили кандидатские диссертации, а на подходе к ним были уже новые аспиранты, которым помогали способные младшие научные сотрудники и лаборанты.

Еще одним мощным коллективом, работающим под руководством И. Н. Плаксина, стала кафедра и лаборатория металлургии благородных металлов, а впоследствии (после перевода Института цветных металлов и золота в Красноярск) — комплексная кафедра по металлургии радиоактивных металлов и комплексной переработки полиметаллических руд.

С этими двумя коллективами, возглавляемыми И. Н. Плаксиным, и связано в основном возникновение, формирование и развитие всех тех основных научных направлений в области обогащения полезных ископаемых.

Одна из характерных черт организаторского таланта Плаксина — умение работать с людьми, создать деловую обстановку. Именно благодаря этому исследования, которые велись под руководством Плаксина, отличались высокоэффективностью результатов. И. Н. Плаксин, подчеркивал И. М. Соложенкин, «всегда умел создавать в научном коллективе хороший нравственный климат, атмо-

сферу доброжелательности и взыскательности, творческого дерзания и критической оценки достигнутого». В этой связи доктор технических наук Н. Н. Масленицкий отмечает еще одну существенную черту Плаксина как научного руководителя. По его мнению, ученый «умеет найти общий язык со специалистами любого профиля, правильно оценивает перспективность новых направлений».

В начале 50-х годов в период бурного развития обогащательной науки специалисты развернули оживленные дискуссии, во время которых обсуждались результаты и перспективы исследований. Особенно интересно проходили семинары Отдела обогащения ИГД, которым руководил И. Н. Плаксин. По словам К. Ф. Барышевой, они стали большой школой особенно для молодых ученых. Вспоминая об этом периоде, А. Г. и Г. И. Лопатины пишут: «Начало 50-х годов — пачало широких и всесторонних исследований флотационного процесса. Дискуссии на Всесоюзных совещаниях по теории флотации, острые споры на научных семинарах, блестящие выступления И. Н., его артистизм и изящество ведения споров в нужном направлении — а он был бессменным председателем этих форумов — все это настолько убеждало нас в великом авторитете, глубоких, энциклопедических знаниях И. Н., что мы на всю жизнь свою твердо усвоили — И. Н. был и остается главным лидером в гидрометаллургии и обогащении послевоенных лет».

Действительно, к этому времени уже стало реальностью существование научной школы обогатителей и гидрометаллургов в СССР, носящей вполне законно имя И. Н. Плаксина.

В начале 50-х годов на ряде Всесоюзных совещаний по флотации и в журнале «Цветные металлы» развернулись дискуссии по теории флотации. Авторами дискуссионных статей, печатавшихся в этом журнале, были многие ведущие отечественные обогатители — ученые и производственники. Они высказывали много интересных мыслей и критических замечаний по поводу положения дел в обогащательной науке. С точки зрения характеристики школы И. Н. Плаксина большой интерес представляет содержательная, конкретная статья, написанная весьма авторитетным, опытным инженером-производителем и высококвалифицированным исследователем М. М. Поляковым, имеющая весьма целенаправленное название: «Что интересует в области теории промышленную техно-

логии селективной флотации». Приведем некоторые примечательные, на наш взгляд, выдержки из этой статьи.

«Вполне закономерно,— подчеркивал Поляков,— что оживленный характер принимает дискуссия в нашем журнале, когда рассматриваются работы... двух принципиально различных направлений в тематике научно-исследовательских работ и методике работы.

Одно из этих направлений определилось несколько лет тому назад под руководством И. Н. Плаксина в лабораториях Академии наук СССР. В известной степени к этому течению примыкает и кафедра Моск. ин-та цветных металлов и золота под руководством С. М. Ясюкевича.

Эти научные центры стали на путь сближения теоретических работ с запросами промышленной технологии. К таким работам относятся все работы И. Н. Плаксина по окислению и по влиянию газов и реагентов на изменение свойств поверхностей минералов»³.

Этому направлению, по словам Полякова, противопоставит еще одно — консервативное и бесперспективное. «Важно, что для сторонников этого второго течения не существует ни реальных поверхностей, ни реальной кинетики промышленного процесса, а существует идеальная, безжизненная модель, неизменяющаяся твердая поверхность, нереальные в промышленных условиях элементы кинетики. Здесь часто абстрагируют явления далеко за пределы, имеющие реальное значение для флотации»⁴.

Из всех этих высказываний четко проявляется одна из основных особенностей плаксинской научной школы: решение на базе передовой теории с использованием достижений естественных наук, в первую очередь таких проблем обогатительной науки и техники, которые наиболее необходимы для развития промышленного флотационного (или другого) процесса обогащения.

Создание научной школы обогатителей и гидрометаллургов в СССР — одна из главных заслуг И. Н. Плаксина, важный итог его многосторонней научно-организационной деятельности. Научная общественность дала ей весьма высокую оценку. В этой связи хотелось бы закон-

³ Поляков М. М. Что интересует в области теории промышленную технологию селективной флотации.— Цвет. металлы, 1952, № 1, с. 22.

⁴ Там же, с. 36.

Д Л Я ЗАМЕТОК Иван

Необходимы новые процессы,
необходимы новые машины и аппараты.
В основе создаются на основе первых фи-
зики и химии, широко мобилизации автор
современного высшего развития математики
и механики. Все новые пути пропаганды
радиоэлектроника, кибетрика, теория инфор-
мации.

Что труднее освоить боевую
землю недр или твердое тело безразличия
небесной дель?

Какие еще силы можно двинуть
на решение самой "твердокаменной
задачи"?

Заметки по поводу дальнейшего развития флотации, сделанные
рукой И. Н. Плаксина

читать главу словами из воспоминаний профессора Г. А. Хана: «Выдающиеся способности, широкая эрудиция во многих областях знания, умение предвидеть будущее в развитии науки и техники выдвинули И. Н. Плаксина в число блестящих ученых-организаторов, таких, как И. В. Курчатов, И. М. Губкин, И. П. Бардин и др.».

И. Н. Плаксин и зарубежная наука

Важное место в деятельности И. Н. Плаксина занимает работа по налаживанию и развитию зарубежных научных связей. Ученый лично очень быстро вступал в дружеские контакты с зарубежными коллегами. Этому во многом способствовали его высокая общая культура, прекрасное знание иностранных языков (английского, немецкого и особенно — французского, которым он владел в совершенстве), большие организаторские способности и огромный научный потенциал. Немалую роль играло здесь и активное участие Плаксина в работе общественных организаций по зарубежным связям. Ученый был тесно связан с Домом дружбы: он являлся вице-президентом научно-технической секции Союза обществ дружбы с зарубежными странами, а также членом Правления Института советско-американских отношений.

В середине 50-х годов особенно активизировалась деятельность И. Н. Плаксина по установлению контактов с иностранными учеными (ГДР, Франция и др.), работающими в области обогащения полезных ископаемых, гидрометаллургии и физической химии. В 1956 г. Плаксин выступил с рядом докладов на Международном симпозиуме по обогащению и гидрометаллургии руд редких металлов в Лондоне. Ученый, в частности, рассказал о советских исследованиях в области обогащения полезных ископаемых и о своих работах по изучению минералов с газами и реагентами при флотации. Эти выступления произвели весьма сильное впечатление на зарубежных ученых, для которых достижения советской науки в области обогащения и гидрометаллургии в то время явились сенсационными. Виднейший английский специалист-обогачитель профессор М. Г. Флеминг в одной из своих статей сравнивал впечатления от докладов

И. Н. Плаксина и достижений СССР в обогащении полезных ископаемых с эффектом, вызванным запуском первого советского ИСЗ.

На докладах И. Н. Плаксина присутствовало много известных ученых-обогатителей из США, ГДР, ФРГ, Франции и других стран. Советский ученый сразу же завоевал среди них большой авторитет. Со многими из них (М. Г. Флемингом из Англии, М. Реем из Франции и др.) Плаксин установил деловые и даже дружеские контакты. Вскоре его имя стало широко известно среди иностранных специалистов по обогащению. Между ними и И. Н. Плаксиным возникла оживленная переписка.

В 1957 г. в СССР приехал М. Флеминг. Инициатором его поездки был И. Н. Плаксин. Отметим, что Флеминг принадлежал к числу весьма прогрессивных ученых, с уважением относившихся к советской науке. Неудивительно, что между ним и Плаксиным скоро сложились теплые дружеские отношения.

Примерно к 1960 г. у Плаксина были налажены деловые контакты со всеми наиболее видными учеными обогатителями Европы, Америки и Австралии: Годэном (Бостон, Массачусетский технологический институт), Хассиалисом (Нью-Йорк, Колумбийский университет, Горная школа), Арбитером (из того же университета), И. Уорком (Австралия, Мельбурн), М. Реем (Франция), Картой (Университет Кальяри, Италия), Чилстедом (Швеция), Хукки (Финляндия), Гётте (ФРГ), Хагихарой (Япония), Муляром (Канада) и др.

Особо следует сказать об его отношениях с профессором А. М. Годэном, общепризнанным главой американских флотаторов. По инициативе Плаксина АН СССР пригласила Годэна приехать в нашу страну. Американский ученый должен был прочесть несколько лекций для специалистов Москвы и Ленинграда, а также ознакомиться с работой ряда ученых и исследовательских институтов. Это был ответный визит на посещение И. Н. Плаксиным осенью 1957 г. Массачусетского технологического института в Бостоне-Кембридже (кафедры и лабораторий профессора Годэна) и Колумбийского университета в Нью-Йорке (кафедры и лаборатории профессора Хассиалиса): в 1957 г. советский ученый выступал в этих учебных заведениях с лекциями. В свое время М. А. Годэн был официально признан самым выдающимся обогатителем США и ему присвоили почетное звание Ричардс-профессора.

Плаксин поддерживал с Годэном дружеские отношения. Между ними велась оживленная переписка.

Весьма тесные контакты связывали Плаксина с учеными-обогапителями социалистических стран. Плаксин неоднократно приезжал туда для участия в симпозиумах и конференциях. Во время таких поездок ученый посещал предприятия, учебные и исследовательские учреждения, связанные с работами в области обогащения. При этом у него сложились дружеские отношения с академиком Г. Кирхбергом и профессором Х. Шубертом из ГДР, профессором Ф. Шпалдоном и инженером Л. Балла из ЧССР и многими другими.

Большую помощь оказывал Плаксин посещавшим СССР специалистам из социалистических стран. Среди них было много аспирантов и молодых научных сотрудников, которые приезжали к нам для повышения своей квалификации и подготовки диссертационных работ. Плаксин щедро делился с ними своим богатым опытом.

В 1959 г. И. Н. Плаксин по приглашению Китайской академии наук побывал в Китае. Ученый проехал всю страну с севера на юг, знакомясь с состоянием дел на промышленных предприятиях и в научно-исследовательских институтах. Поездка была напряженной и Плаксину пришлось много работать: китайские ученые поставили перед советским коллегой большое число нелегких вопросов, требующих быстрого решения. Ученый-интернационалист четко выполнил всю программу визита, принес максимальную пользу китайской науке в области обогащения и металлургии. О высокой оценке его работы в Китае свидетельствовал, в частности, следующий факт: китайские обогапители вновь пригласили к себе Плаксина, причем подчеркнули «желательность приезда к ним именно этого советского специалиста».

Как уже говорилось, осенью 1957 г. И. Н. Плаксин выступал с лекциями в Массачусетском технологическом институте (Бостон-Кембридж) и Колумбийском университете (Нью-Йорк). Лекции, которые он прочел на английском языке, прошли с большим успехом и вызвали огромный интерес у научно-технической общественности США. Для большинства американских ученых, совершенно не знакомых в то время с достижениями советских коллег, содержание выступлений Плаксина было полным открытием.

В 1965 г. И. Н. Плаксин вновь побывал за океаном,

но теперь уже в Канаде. Он был приглашен канадской государственной научно-исследовательской организацией Майнс Бранч, включающей в свой состав целый комплекс лабораторий, для прочтения нескольких лекций. Приглашение было приурочено к конференции обогатителей и металлургов Канады, которая состоялась в Карлтонском университете (Оттава) 30 августа — 1 сентября 1965 г. Конференция, организованная Канадским институтом горного дела и металлургии, затронула широкий круг проблем, касающихся достижений в области обогащения (и особенно — во флотации), а также в химии поверхностных явлений.

Как известно, Канада по уровню развития обогащения руд и цветной металлургии занимает одно из первых мест в мире. Страна располагает первоклассными предприятиями и научно-исследовательскими институтами, в которых работает большое число высококвалифицированных специалистов-обогатителей. Плаксин был одним из первых советских ученых в этой области, который получил возможность близко познакомиться с канадским «обогатительным делом». Неудивительно, что он сам считал поездку в Канаду одной из самых интересных и полезных.

Лекции Плаксина были встречены в Канаде с исключительным интересом. Во-первых, многие здешние специалисты уже слышали о его выступлениях в США, Англии, а во-вторых, они, естественно, проявляли большое внимание к малознакомой канадцам советской науке и технике в области технологии первичной обработки полезных ископаемых.

Во время пребывания в Канаде И. Н. Плаксин посетил Торонто и Монреаль. Он ознакомился со многими канадскими университетами, металлургическими заводами и крупными лабораториями по обогащению и металлургии, осмотрел ряд обогатительных фабрик. Ученый, в частности, побывал на медно-никелевых предприятиях Сэдбери (Фальконбридж), а также на хорошо известных фабриках Макинтайр, Норанда, Сулливан.

Большой успех имел доклад Плаксина на конференции в Оттаве. В течение часа ученый на английском языке рассказывал высокому научному форуму о достижениях советской науки в области обогащения. Докладу предшествовало обращение Плаксина к участникам конференции, произнесенное на русском и английском языках.

Председательствующий на заседании профессор Р. С. Муляр весьма дружелюбно отозвался о советском докладчике и сделанном им сообщении. О большом внимании, проявленном канадцами к выступлению И. Н. Плаксина, свидетельствовали многочисленные отклики на доклад, помещенные в газете «Оттава ситизен», а также переданные по радио и телевидению.

В 1965 г. секция геологии и горного дела Отдела ресурсов и транспорта ООН пригласила И. Н. Плаксина выступить на предстоящем Межрегиональном симпозиуме по обогащению руд в областях, дефицитных по водным ресурсам. «Я искренне надеюсь, что Вы сможете принять участие и сделать сообщение о Ваших выдающихся знаниях и опыте в этой области 30 представителям правительств...», — писал И. Н. Плаксину заведующий этой секцией Норберт Фалзон.

Ученый охотно согласился на предложение представителя ООН. Совместно с Н. Ф. Олофинским он подготовил доклад на тему «Перспективы применения сухих методов обогащения полезных ископаемых в районах с ограниченными водными ресурсами». В один из февральских дней 1965 г. он выступил с ним в Нью-Йорке. Сообщение советского ученого имело большой успех. Представитель ООН, консультант Отдела ресурсов и транспорта ООН Р. Б. Бхалпу официально выразил И. Н. Плаксину благодарность от ООН «за превосходный доклад».

Находясь в Нью-Йорке, Плаксин посетил Горную школу Колумбийского университета. Здесь он встретился с профессорами, аспирантами и студентами университета, которые с интересом прослушали доклад советского ученого о достижениях в области обогащения. В эти дни у Плаксина состоялись полезные беседы со старыми знакомыми профессорами Годэном и Хассиалисом. Ученый побывал в Вашингтоне, где продолжил работу симпозиум.

В том же 1965 г. Лондонский университет предложил Плаксину прочесть цикл лекций. К сожалению, ученый в связи с поездкой в Канаду не смог воспользоваться этим приглашением. Не приехал он в феврале 1967 г. и в университет Кальяри (о-в Сардиния), куда его звал ведущий итальянский специалист в области обогащения профессор Карта. Прочесть лекции студентам и аспирантам итальянского университета Плаксину помешала тяжелая болезнь.

Популярность И. Н. Плаксина среди зарубежных ученых непрерывно росла. Научный авторитет советского обо-

гатителя и гидрометаллурга выходил за рамки этих областей: к установлению деловых связей с ним стремились и физики, и химики, и представители других наук. И в первую очередь это было связано с широким диапазоном научных интересов И. Н. Плаксина и размахом его исследований. Ученый поддерживал деловые отношения с известным австралийским физико-химиком Джоном С. Карром из Мельбурнского университета, вел переписку с профессором Рао (Индия), интересующимся вопросами теории флотации, и в частности взаимодействием ксантогената с сульфидными минералами. В знак глубокого уважения и признания научных заслуг Плаксина профессор Токийского университета Мицуи Юсо прислал советскому ученому одну из своих работ «Приложение гидравлики к задачам обогащения полезных ископаемых».

В конце 50-х годов И. Н. Плаксин стал получать многочисленные приглашения на международные встречи, которые по своей тематике не имели прямого отношения к обогащению полезных ископаемых или гидрометаллургии. Это также свидетельствовало о большом интересе к нему ученых различных областей науки и его огромной научной эрудиции. Например, предложение об участии в IX Международном конгрессе по истории науки и техники (Испания, Барселона, сентябрь 1959 г.) было, очевидно, связано с многочисленными трудами ученого по истории науки и техники.

Плаксина пригласили участвовать в работе Международного симпозиума по открытым горным работам (Лондон, 1964), в Гордоновской конференции (США, 1965) по пиролизу углей и микробиологии угля; в Международном конгрессе «Кокс в черной металлургии» (Бельгия, Шарлеруа, 1966 г.), в Международной конференции по механике горных пород и контролю сдвижения пластов (США, Нью-Йорк, 1964 г.).

С 1956 г. И. Н. Плаксин бессменный председатель советских комитетов по подготовке СССР к участию в международных конгрессах по обогащению полезных ископаемых. Он проводил большую организационную работу по отбору докладов и формированию делегаций. Представляя СССР в международных комитетах по конгрессам, он достойно отстаивал там научные интересы нашей страны. За активную работу по подготовке VI Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых в Каннах (Франция, 1962 г.) Международный комитет

наградила И. Н. Плаксина серебряной медалью. Неудивительно, что именно к Плаксину, как к наиболее авторитетному советскому ученому в области обогащения полезных ископаемых, обратился генеральный секретарь VI Международного конгресса по обогащению Пьер Жи с просьбой изучить вопрос о возможности проведения в СССР очередного конгресса обогатителей. По всей вероятности, И. Н. Плаксин стал бы его президентом. Но Конгресс состоялся в 1968 г., уже после смерти ученого.

Кроме международных конгрессов по обогащению полезных ископаемых, Плаксин участвовал в нескольких международных конгрессах по поверхностной активности. На этих форумах наряду с чисто физико-химическими и химическими проблемами всегда рассматривались и некоторые вопросы теории флотации.

Как уже отмечалось, ученый выступил с докладом на II Международном конгрессе по поверхностной активности, состоявшемся в Лондоне в 1957 г. Он рассказал о своих исследованиях теоретических проблем флотации в которых использовался разработанный им новый метод микроавтордиографии. Новизна темы и качество результатов вызвали большой интерес участников Конгресса. Докладчику было задано много вопросов. И. Н. Плаксин избирался председателем одного из заседаний.

И. Н. Плаксина неоднократно приглашали на международные конгрессы по обогащению углей. В 1958 г. ученый участвовал на таком Конгрессе в Льеже (Бельгия) и выступал с докладом «О действии поверхностно-активных реагентов при обогащении угольной мелочи в гидродиклонах» (подготовленным совместно с В. И. Классеном и Н. С. Власовой). После окончания Конгресса И. Н. Плаксин совершил поездку по Бельгии, Голландии и ФРГ, во время которых посетил ряд научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий этих стран. В Брюсселе ученый осмотрел Международную промышленную выставку и выступил в советском павильоне с лекцией по вопросам обогащения полезных ископаемых.

В Аахене (ФРГ) он встретился с известным немецким ученым в области обогащения профессором Гётте. Уже будучи в Москве, Плаксин получил от Гётте письмо. Сообщая о восторженном приеме докладов Плаксина во Фрайберге, немецкий ученый высказывал пожелание об укреплении контактов с советскими коллегами. В 1962 г. И. Н. Плаксин представил IV Международному конгрессу



**Председатель Президиума Верховного Совета СССР
К. Е. Ворошилов вручает И. Н. Плаксину орден Ленина.
Москва, Кремль, 1953 г.**

по обогащению углей в Шеффилде доклад «Методы улучшения процесса пенной флотации углей», а в 1966 г. очередному Конгрессу в Питтсбурге (США) — доклад «Научно-технический прогресс во флотации углей».

География зарубежных связей И. Н. Плаксина с представителями зарубежной науки весьма широка: США и Канада, Австралия, Индия, Китай и Япония, Франция, Швеция, Англия, Бельгия, Испания, Италия, Нидерланды, ФРГ и ГДР, Болгария, Румыния, Чехословакия и Польша. Ученый участвовал (в той или иной форме) в 17 международных конгрессах и конференциях, представив его участникам 25 докладов. Популярность и известность И. Н. Плаксина в научном мире была настолько широкой, что в 1964 г. советский ученый получил из США письмо-проспект с просьбой прислать необходимые данные о его жизни и деятельности с целью включения их в сборник

«Кто есть кто», куда входили сведения о всех наиболее выдающихся мировых ученых.

Благодаря титанической работе И. Н. Плаксина по налаживанию международных научных контактов во всем мире утвердилось прочное мнение о том, что советская наука в области гидрометаллургии и обогащения полезных ископаемых занимает передовые рубежи, а по многим проблемам — лидирующее положение. И не случайно на открытии V Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых, состоявшегося в Лондоне в 1960 г., один из столпов флотационного обогащения австралийский профессор Уорк, который, приветствуя всех участников форума, особенно тепло говорил о советских ученых. При этом он подчеркнул, что за последнее время в обогатительной науке произошли серьезные изменения: ее мировые центры переместились из Лондона, Нью-Йорка и Мельбурна в Москву и Ленинград. И как практическое следствие этого, Международный комитет по обогатительным конгрессам официально включил в число рабочих языков будущих конгрессов, кроме английского, французского и немецкого, еще и русский язык.

В 1968 г. впервые в СССР проводился VIII Международный конгресс по обогащению. К сожалению, И. Н. Плаксин не дожил до этого радостного события. Участники Конгресса торжественно почтили память выдающегося советского обогатителя и металлурга. С докладом, в подготовке которого он еще успел принять участие, выступили его ученики: доктора технических наук Р. Ш. Шафеев и В. А. Чантурия. Конгресс в Ленинграде стал большим праздником советской обогатительной науки. Делегаты и гости на заключительном заседании единодушно отмечали отличную организацию Конгресса, высокий уровень докладов его участников. И было очень жаль, что уже нет И. Н. Плаксина, сделавшего все от него зависящее, чтобы этот праздник состоялся.

И. Н. Плаксин был не только замечательным исследователем, но и большим патриотом своей страны и ее науки. Он принадлежал к той славной плеяде советских ученых, которых, по словам Л. И. Брежнева, «всегда отличает одна характерная черта — высокая коммунистическая сознательность и советский патриотизм»¹.

¹ Брежнев Л. И. Избр. произведения. М.: Политиздат, 1981, т. 2, с. 496.

Штрихи к портрету

Наши представления об И. Н. Плаксине были бы неполными, если бы мы хотя бы вкратце не остановились на некоторых его общечеловеческих чертах. При этом лучше всего воспользоваться воспоминаниями учеников, коллег и друзей ученого. Конечно, их рассказы и впечатления от бесед и встреч с И. Н. Плаксиным не передают всего многообразия его интересного характера. Это — всего лишь штрихи к портрету ученого, который читатель может представить себе после прочтения всей книги.

Одна из основных черт характера И. Н. Плаксина — это необычайная доброжелательность к людям независимо от их возраста, должности или ученого звания. Профессор И. А. Каковский, очень хорошо знавший И. Н. Плаксина пишет: «Наиболее характерной чертой И. Н. как человека и крупного ученого было исключительно благожелательное отношение ко всем, кто к нему обращался за советом или помощью». По словам профессора А. К. Лившица, «для И. Н. было характерно доброжелательное отношение к людям, независимо от того — разделял ли или нет И. Н. с этими людьми взгляды на ту или иную научную проблему». Ту же мысль высказывает и профессор М. Л. Гольдин, которому благожелательное отношение Плаксина не раз помогало в трудных ситуациях. При этом он добавляет: «После окончания семинара я проникся к этому человеку глубочайшим уважением и как-то невольно хотелось подражать ему во многом».

Мягкость и гуманность сочетались в характере Плаксина с требовательностью и взыскательностью. Как отмечает И. А. Каковский, «в принципиальных вопросах И. Н. был очень строг. Он никогда не поддерживал сомнительные работы». Его требовательность проявлялась особенно в тех случаях, когда кто-либо из его сотрудников бывал невнимателен или просто забывал об указаниях ученого. Профессор В. И. Кармазин вспоминает: «Однажды я был свидетелем разговора И. Н. с одним из заведующих лабораторий его отдела, обращаясь к которому И. Н. заметил: «Что-то Вы стали пренебрегать моими просьбами, — сказал И. Н. с оттенком металла в голосе. — Сожалею, что приходится напоминать Вам вторично, так как дело это не терпит отлагательств. Будьте любезны, впредь, в интересах дела, мои слова «я прошу» понимать

как «я приказываю»). Отстаивая свои взгляды во время научных дискуссий, И. Н. Плаксин всегда был принципиален, а в случае острой постановки вопроса всегда использовал лишь «дозволенные приемы» спора, даже если и выступал страстно. Эта черта характера ученого особенно ярко проявлялась, когда он отстаивал права своих учеников или заботился о престиже и авторитете своей научной школы.

При этом Плаксин, по словам С. Ф. Лаптева, «как коммунист и патриот решительно боролся с принижением роли советской науки и преклонением перед авторитетами Запада». Во всех научных дискуссиях Плаксину, по мнению Н. В. Матвеевко, была свойственна «партийная принципиальность». Профессор И. М. Грацерштейн, соратник ученого по московскому институту Цветметзолото, подчеркивает, что на заседаниях Ученого совета, на собраниях И. Н. Плаксин всегда был активен, а его выступления — целеустремленными и принципиальными.

Постоянно связанный со множеством дел и обязанностей, Плаксин тем не менее старался как можно разумнее использовать время. Один из его учеников, Л. П. Старчик, часто ездивший с ним в командировки, рассказывает: «И. Н. всегда стремился проводить время (которое трудно упорядочить) — с пользой. Так, например, во Львове в ожидании поезда он успевал посетить вместе со своими спутниками Стрыйский парк, в Ленинграде буквально забежать хоть на час в Эрмитаж, в зал любимых им импрессионистов. В поезде обычно И. Н. не проводил время в бесконечных разговорах, чтобы скоротать время, а сосредоточенно работал, чаще всего редактируя какие-либо материалы. Так, однажды, за время командировки (около 5 дней) в Сокаль, где он проводил Всесоюзное совещание, он успел отредактировать книгу по гидрометаллургии радиоактивных металлов.

Однако не следует думать, что И. Н. был эдаким «сухарем», ничего подобного! И если И. Н. бывал в компании, то всегда был душой общества».

Все, кто знал И. Н. Плаксина, всегда отзывались о нем, как о высокообразованном и глубоко культурном человеке. Так, подводя итог своим воспоминаниям о Плаксине, академик АН ТаджССР И. М. Соложенкин говорит: «По способности увлечься новой идеей и просто новым делом, по необъятной широте своих интересов — от науки до поэзии, от производства до фотографии — по страстно-

сти своего отношения ко всему, с чем он соприкасался, И. Н. представлял собой явление исключительное». На эту сторону характера Плаксина указывает и профессор В. А. Глембоцкий: «Кроме блестящих научных выступлений,— подчеркивает он в своих воспоминаниях,— меня всегда поражала исключительно высокая культура И. Н. Она проявлялась буквально во всем: в разговоре и построении фраз, в обращении с людьми и в умении себя держать в любой обстановке, в чуткости к собеседнику при обсуждении с ним «трудных» вопросов, необычному такту, общечеловеческом уважении, проявляемом ко всем, в умении использовать всегда к месту и вовремя исторические примеры и параллели для подкрепления своей аргументации, в создании атмосферы дружелюбия и понимания в разговоре. С таким богатым комплексом проявлений общей культуры мне не приходилось сталкиваться ни до, ни после этого.

Язык и литературный стиль И. Н. были безупречны и его коробило, когда приходилось слышать стилистические ошибки и отклонения. И. Н. Плаксин внимательно следил и терпеливо исправлял терминологические ошибки, кто бы их не допустил. В. И. Кармазин в связи с этим вспоминает такой случай: как-то на заседании Выездной сессии Научного совета по проблемам обогащения в Балхаше выступал один производственник и вместо хорошо известного обогатителя термина «пу́льпа» произносил «пульпá». И. Н. Плаксин вежливо его поправил. Однако выступавший не соглашался, сказав, что «у нас на производстве принято говорить «пульпá», на что Плаксин с улыбкой заметил: «Видите ли — в арсенале производственников есть много и более крепких выражений, однако далеко не ко всем из них следует привыкать ученым».

Остроумие и оптимизм сопровождали И. Н. Плаксина и на серьезных заседаниях, и за праздничным столом, где все всегда настойчиво просили Плаксина быть тамадой, и в обычном разговоре. Складывалось впечатление, что запас остроумия у Плаксина — безграничен, ибо они никогда не повторялись. Веселый, шутливый юмор был его особенностью.

Директор Горного института Кольского филиала АН СССР член-корреспондент АН СССР И. А. Турчанинов, вспоминая приезд И. Н. Плаксина в Апатиты на Всесоюзное совещание, пишет: «И вот мы встречаем

И. Н. и других членов Научного совета в Апатитах. Зима. Морозно. Он выходит из вагона веселый, жизнерадостный. Уже в машине оживленно расспрашивает о делах, о том, как организован быт работников науки, как развит лыжный спорт и за сколько минут проходит на лыжах 10-километровую дистанцию директор института. Весело шутит».

Н. С. Власова, много лет проработавшая с Плаксиным, рассказывает: «Однажды одна сотрудница показала И. Н. фотографию установки, на которой она работала, и сказала, что фотография получилась неинтересной. «Почему?» — спросил ее И. Н. Она отвечает, что фотография могла бы быть оживлена, если на ней кроме установки был бы сфотографирован сотрудник. И. Н., стараясь быть серьезным, говорит: «Так в чем же дело? Сфотографируй-тесь возле установки — ведь мы утрем нос Мери Пикфорд!»

В другой раз сотрудница просит И. Н. не забыть посмотреть ее отчет, который он берет с собой. Сначала И. Н. заверяет ее, что прочтет отчет, а потом добавляет: «Что вы, да для меня ваш отчет гораздо интереснее, чем «Милый друг» Мопассана!»

«И. Н. любил шутку, острое слово, — отмечает Г. Н. Хажинская, — как это иногда помогало оживить затянувшееся заседание, сгладить накалившуюся обстановку».

Высокий, стройный, спортивного склада Плаксин уже одним внешним видом привлекал внимание окружающих. Все это прекрасно дополнялось его голосом, своеобразного, запоминающегося тембра. Впечатление усиливалось, когда он, выступая с лекцией или докладом, мастерски использовал приемы ораторского искусства, которыми владел в совершенстве. Вот что говорят по этому поводу его ученики и сотрудники:

А. М. Околович: «Выступление И. Н. в Иркутске в июне 1947 г. с докладом о задачах обогащения руд Восточной Сибири оставило впечатление искренней заинтересованности в освоении богатств нашего края и глубокого знания конкретных примеров. Особенным показался нам голос докладчика — низкий и бархатный, громкий и распевающий».

Г. Н. Хажинская: «В И. Н. было все большим: и он сам, и талант, и душа».

А. Г. и Г. И. Лопатины: «Поразил он нас прежде всего внешне — красивый, громадный, величественный и, ко-

нечно, казалось, недостижимый, из какого-то другого, более высокого мира. Однако на самом деле оказалось, что И. Н. — очень простой, общительный и близкий к студентам человек».

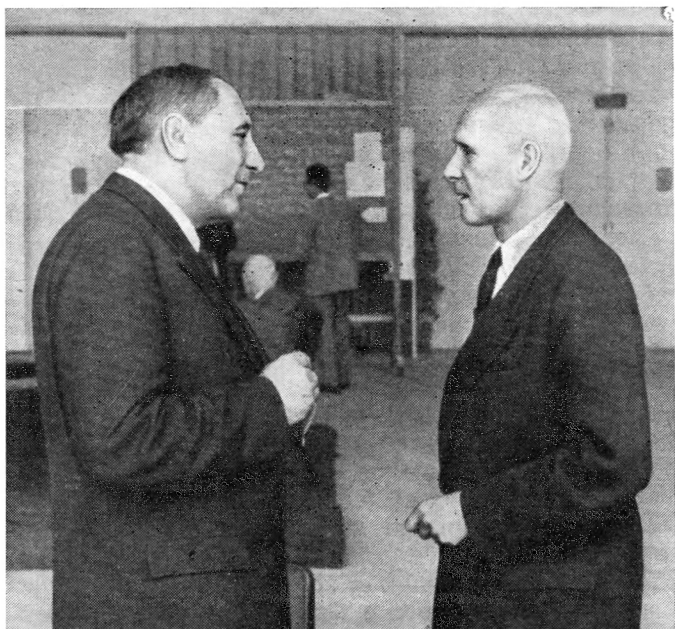
Людмила Дмитриевна Плаксина рассказывает, что Игорь Николаевич всю жизнь увлекался спортом: любил греблю (еще со студенческих лет), хорошо ездил верхом (с партизанских времен), играл в теннис, катался на лыжах, бродил по лесу, проходя за раз по 10—15 км. Он всегда стремился к живой природе. Быть может, поэтому он любил Крым, Кавказ, Подмосковье, восхищался цветами, грибами и фотографировал их, работал по благоустройству дачного поселка ученых, бессменным председателем кооператива которого был в течение 10 лет.

С большим уважением относился Плаксин к своему коллективу. Он жил его интересами, участвовал во всех коллективных мероприятиях. Не маловажная деталь: ученый никогда не забывал поздравить своих учеников и сотрудников с праздниками и торжественными событиями в их жизни.

Плаксин ценил и понимал искусство. Особенно хорошо он разбирался в живописи и музыке. Ученый был частым гостем музеев и выставок. Его любимыми композиторами были Чайковский и Рахманинов.

Его постоянным увлечением была астрономия. В молодые годы Плаксин даже подумывал сделать астрономию своей основной профессией. Дома у него постепенно составила небольшая астрономическая библиотека. Ученый регулярно просматривал периодическую литературу по астрономии, был в курсе всех новостей в этой области знаний. Плаксин радовался буквально как ребенок, когда сотрудники подарили ему на 60-летие телескоп Максудова. В дальнейшем он вел с помощью этого телескопа наблюдения Луны, звезд и вспышек на Солнце. Среди его хороших знакомых был известный астроном академик А. А. Михайлов, работающий директором Пулковской обсерватории. Плаксин любил бывать у него в обсерватории. Здесь ему удавалось использовать при наблюдениях за небом крупные астрономические инструменты.

Еще одним большим увлечением И. Н. Плаксина стала фотография. Он хорошо разбирался в фототехнике и приемах съемки. Имея хорошую оптику, ученый стремился как можно шире использовать ее возможности. Отсюда и разнообразие объектов его фотосъемок — от цветов и



И. Н. Плаксин беседует с директором Горнообогатительного института И. Вентером. Льеж, Бельгия, 1958 г.

животных до участников Международных конгрессов и совещаний. Друзья считали Плаксина мастером цветных слайдов и с удовольствием присутствовали на их демонстрации. Часто по вечерам на даче Плаксиных собирались гости, среди которых было много его коллег — известных ученых (И. И. Артоболевский, Н. А. Доллежал, А. И. Опарин, П. А. Ребиндер, Д. В. Скобельцын, А. М. Терпигорев, А. А. Скочинский, М. Д. Миллиончиков, Н. В. Мельников, В. И. Попков, В. П. Бармин, М. И. Агошков и др.). Все они с интересом рассматривали фотопроизведения хозяина дачи и слушали его увлекательные комментарии.

С раннего детства И. Н. Плаксин пристрастился к книгам. Эта любовь его была сильной и постоянной. Ученый не расставался с книгами и во время работы, и во время отдыха. По словам жены Плаксина, ей очень трудно представить себе Игоря Николаевича без книги в руках.

К слову сказать, женился И. Н. Плаксин довольно поздно — в 34 года. В лице Людмилы Дмитриевны он приобрел не только надежного друга, но и верного помощника во всех своих делах и помыслах. Людмила Дмитриевна окончила Московский институт цветных металлов и золота по специальности «Металлургия благородных металлов», прошла аспирантуру у профессора О. Е. Звягинцева и, став кандидатом технических наук и доцентом, начала работать по гидрометаллургии и обогащению. Энергичная, общительная, обладавшая незаурядными способностями и разносторонними интересами, она была достойной спутницей жизни ученого, жила его творческими идеями, активно работая в науке и на ниве педагогики. В 1968 г. Л. Д. Плаксина успешно руководила работой женского комитета на VIII Международном конгрессе обогатителей, проходившем в Ленинграде. В настоящее время она — ученый секретарь Научного совета АН СССР по физическим и химическим проблемам обогащения полезных ископаемых, созданного И. Н. Плаксиным. Научный совет проводит Всесоюзные совещания, посвященные актуальным вопросам обогатительной науки и технологии, координирует тематику и проведение научных исследований по обогащению полезных ископаемых, готовит к изданию сборники работ по теории и технологии обогащения, ежегодно созывает Плаксинские чтения, на которых заслушиваются доклады, посвященные развитию идей и направлений, основанных И. Н. Плаксиным.

Вместо послесловия

Осенью 1966 г. И. Н. Плаксин тяжело заболел. Болезнь развивалась неумолимо. Сначала родные и друзья рассчитывали, что все обойдется и здоровый организм Игоря Николаевича справится с недугом, но ему становилось все хуже и хуже. Плаксин слабел физически, но мужественно переносил болезнь. Было видно, что он уже понимает свое положение. Но он не жаловался и только незадолго до смерти как-то сказал, ни к кому не обращаясь, фразу, полную глубокого смысла: «Если ад и существует, то мне кажется, что я уже в нем нахожусь». 15 марта 1967 г. его не стало. Некролог в газете «Известия» и траурное объявление в «Правде» сообщали об этом печальном событии.

Соболезнование по поводу смерти ученого выразили Президиум АН СССР, министерства, институты, промышленные предприятия и общественные организации страны. Телеграммы и письма со словами соболезнования прислали обогатители Болгарии, Чехословакии, ГДР, Англии, Канады, США и других стран. Свою глубокую скорбь по поводу смерти И. Н. Плаксина выразили многие известные отечественные и зарубежные ученые. Так, в некрологе, написанном профессором Флемингом, отмечалось, что потеря И. Н. Плаксина будет восполнена в науке его трудами, однако ничто и никто не восполнит присущих ему теплоты, юмора и гуманных качеств человека, который останется незабытым своими друзьями и коллегами во всех частях мира.

Игорь Николаевич Плаксин был похоронен в Москве, на Новодевичьем кладбище.

По предложению Президиума АН СССР в целях увековечения памяти крупнейшего ученого и педагога, дважды лауреата Государственной премии, члена-корреспондента АН СССР И. Н. Плаксина были установлены мемориальные доски на доме в Москве, где с 1935 по 1967 г. жил Игорь Николаевич, в здании Московского института стали и сплавов, где он работал с 1930 по 1967 г., а также на здании Института горного дела им. А. А. Скочинского, где ученый работал с 1944 по 1967 г. Его имя носит одна из улиц Владивостока — ведь на Дальнем Востоке И. Н. Плаксин воевал в партизанском отряде, а потом учился и начинал свою научную и педагогиче-

скую деятельность. В 1981 г. Министерство связи СССР выпустило маркированный конверт, посвященный 80-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Плаксина И. Н. К этой юбилейной дате в издательстве «Наука» была подготовлена книга «Физические и химические основы переработки минерального сырья» с посвящением ее памяти И. Н. Плаксина.

Годы идут. И чем больше времени проходит с тех пор, как умер И. Н. Плаксин, тем все значительнее представляются результаты его гигантского труда, и тем яснее делается необходимость развития намеченных им научных направлений. Об умершем часто говорят: «человек ушел из жизни». По отношению к И. Н. Плаксину такие слова неприложимы. Он не ушел из нашей жизни: своими трудами и идеями он продолжает участвовать в ней.

В наши дни, как никогда, высоки авторитет и значение советской обогатительной и гидрометаллургической науки. И то, что этот факт признан во всем мире — большая заслуга и И. Н. Плаксина, чья яркая многогранная жизнь достойна изучения и подражания.

Основные даты жизни и деятельности И. Н. Плаксина

- 1900 г.— родился 8 октября (25 сентября) в г. Уфе.
- 1918 г.— окончил Уфимское реальное училище, поступил в Омский политехнический институт.
- 1920 г.— командир взвода конной батареи 1-го Дальневосточного революционного кавалерийского полка в Приамурье и Приморье; член Хабаровского исполкома Совета рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов; поступил на горный факультет Дальневосточного государственного политехнического института (Владивосток; с 1923 г. Дальневосточный государственный университет).
- 1922—1928 гг.— ответственный лаборант и заместитель заведующего химико-металлургической лабораторией Дальневосточного государственного университета; старший ассистент кафедры физической, общей и технической химии Дальневосточного государственного университета.
- 1926 г.— окончил горное отделение Дальневосточного государственного университета со званием горного инженера (по горнозаводской специальности).
- 1925—1928 гг.— научный сотрудник Дальневосточного научно-исследовательского краеведческого института (по отделу «Промышленность»); работал в лаборатории акад. Н. С. Курнакова в Химическом институте АН СССР в г. Ленинграде; проводил исследовательские работы по обработке золотых руд на предприятиях Мариинской тайги; выступал на V Менделеевском съезде (Казань) с докладами: «Система золота — ртуть», «Гидратная вода сульфата никеля и некоторых комплексных солей», «О природе влаги ископаемых углей».
- 1928—1930 гг.— доцент, заведующий кафедрой металлургии золота и платины и лабораторией золота и платины, декан факультета цветных металлов Московской горной академии.
- 1930—1931 гг.— декан металлургического факультета Московского института цветных металлов и золота.
- 1930—1932 гг.— председатель учебно-методической комиссии Главпрофобра (по металлургическим вузам).
- 1930—1941 гг.— заведующий кафедрой металлургии благородных металлов Московского института цветных металлов и золота им. М. И. Калинина (МИЦМиЗ).
- 1931—1933 гг.— член учебного совета Наркомпроса РСФСР.
- 1931—1957 гг.— член технического совета Министерства цветной металлургии.
- 1932—1934 гг.— заместитель директора по учебной и научной работе МИЦМиЗ.
- 1932—1935 гг.— член Оргбюро Всесоюзного научно-технического общества цветной металлургии.
- 1932—1938 гг.— председатель учебно-методической комиссии цветных металлов ГУУЗ НКТП.

- 1933—1935 гг.— член экспертной комиссии ВКВТО.
- 1934 г.— присуждено ученое звание профессора.
- 1935—1943 гг.— член оргбюро ВНИТО (горное).
- 1937 г.— присуждена ученая степень доктора технических наук; работал на Балейских и Дарасунских фабриках по новым методам обработки руд.
- 1937—1938 гг.— декан металлургического факультета МИЦМиЗ.
- 1938—1941 гг.— заместитель директора по учебной и научной работе МИЦМиЗ.
- 1938—1946 гг.— член Экспертной комиссии ВАКа.
- 1940 г.— награжден нагрудным значком Отличника социализма Наркомцветмета.
- 1940—1957 гг.— заместитель председателя оргбюро ВНИТО цветной металлургии.
- 1941—1943 гг.— председатель Уральского отделения ВНИТО цветной металлургии; заместитель директора по научно-технической части Всесоюзного института механической обработки и обогащения полезных ископаемых; заведующий кафедрой благородных металлов Уральского политехнического института (Свердловск).
- 1943—1967 гг.— заведующий кафедрой благородных металлов Московского (ныне Красноярского) института цветных металлов и золота им. М. И. Калинина, а с 1953 г.— кафедрой металлургии радиоактивных металлов и комплексной переработки руд Московского института металлов и сплавов.
- 1944 г.— награжден орденом Трудового Красного Знамени за выдающиеся заслуги в деле подготовки специалистов для народного хозяйства и культурного строительства.
- 1944—1967 гг.— заведующий лабораторией и затем отделом обогащения полезных ископаемых Института горного дела Академии наук СССР (ныне Институт горного дела им. А. А. Скочинского); председатель обогатительной секции ВНИТО (горное).
- 1946 г.— награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.»; избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.
- 1946—1958 гг.— председатель экспертной комиссии ВАКа.
- 1947—1955 гг.— заместитель директора Института горного дела Академии наук СССР.
- 1948 г.— организовал и руководил работой Всесоюзного совещания по проблеме «Роль газов и реагентов в процессах флотации»; награжден медалью «В память 800-летия г. Москвы».
- 1948—1957 гг.— заместитель председателя ВНИТО металлургов.
- 1950 г.— награжден значком Отличника металлургической промышленности.
- 1951 г.— организовал и руководил работой Всесоюзного совещания по проблеме «Обогащение неметаллических полезных ископаемых методом флотации»; удостоен Государственной премии СССР третьей степени за учебное пособие «Гидрометаллургия».
- 1952 г.— организовал и руководил Всесоюзным совещанием по проблеме «Флотационные реагенты»; удостоен Государственной премии СССР третьей степени за разработку и внедрение метода обогащения полезных ископаемых.
- 1953 г.— организовал Всесоюзное совещание по проблеме «Флота-

- ция углей»; награжден орденом Ленина за выслугу лет и безупречную работу.
- 1954 г.— участвовал в работе горно-металлургического съезда (Фрейберг).
- 1955 г.— участвовал в работе Международного конгресса горной промышленности (Париж).
- 1956 г.— участвовал в работе горно-металлургического съезда (Фрейберг).
- 1957 г.— участвовал в работе II Международного конгресса по поверхностной активности (Лондон).
- 1958 г.— организовал и руководил работой Всесоюзного совещания по проблеме «Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых»; награжден почетным знаком «Шахтерская слава» первой степени за заслуги в области горной науки и техники и оказание практической помощи в работе угольной промышленности; участвовал в работе III Международной конференции по обогащению углей (Льеж).
- 1960 г.— участвовал в работе IV Международного конгресса по обогащению руд (Лондон).
- 1962 г.— награжден знаком «Шахтерская слава» второй степени за создание и внедрение новой техники и прогрессивной технологии.
- 1965 г.— участвовал в работе Международного симпозиума по вопросам образования взрослых (в Австрии) и Межрегионального симпозиума по обогащению руд в областях, дефицитных по водным ресурсам (в США).
- 1967 г.— скончался 15 марта в Москве.

Основные научные труды И. Н. Плаксина

1926. 1. Аскольдская золотая руда и опыты цианирования ее.— Труды Гос. Дальневост. ун-та. Сер. 12, № 1, с. 4—28.
1927. 2. О некоторых случаях амальгамации золотых руд.— В кн.: Труды Первой конференции по изучению производительных сил Дальнего Востока. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, с. 165—178.
1931. 3. Гидрометаллургические методы обработки медистых песчаников Урала / Соавт. В. В. Суслова, М. Д. Тяпкина. М.; Л.: ГОНТИ. 35 с.
1932. 4. Обработка золотых руд: Руководство-справочник для производственников и студентов. М.: Цветметиздат. 260 с.
1935. 5. Итоги и задачи научно-исследовательских работ по золоту и платине в СССР.— Сов. золотопром-сть, № 1, с. 33—37.
6. Metallургия золота, серебра и платины. Т. 1. М.: ОНТИ. 198 с.
1936. 7. Научные работы по золоту — на службе стахановскому движению.— Сов. золотопром-сть, № 5, с. 10—13.
1937. 8. Взаимодействие сплавов и самородного золота с ртутью и цианистыми растворами. М.; Л.: ОНТИ. 303 с.
9. Успехи советской химии в металлургии золота и других благородных металлов за 20 лет.— ЖПХ, № 10—11, с. 1775—1783.
1939. 10. Metallургия золота, серебра и платины. Т. 2. М.; Л.: Госметаллургиядат. 464 с.
1940. 11. Интенсификация процессов извлечения золота: Материалы для участников Всесоюз. совещ. по обогащению полезных ископаемых. М.: Гостехиздат. 12 с.
12. Методы повышения извлечения благородных металлов при обогащении и характеристика золота в хвостах обогатительных фабрик: Материалы для участников Всесоюз. совещ. по обогащению полезных ископаемых. М.: Гостехиздат, 1940, 19 с.
1941. 13. О нескольких юбилейных датах химии и технологии цианистого процесса (с 1890—1940 и 1843—1943 гг.).— ЖПХ, № 1, с. 151—154.
1945. 14. О влиянии процессов окисления на флотуруемость сульфидных минералов.— ДАН СССР, т. 47, № 9, с. 658—660.
1946. 15. Научные проблемы ВУЗов цветной металлургии.— Вестн. Высш. школы, № 7, с. 10—13.
1947. 16. Воспитывать идейность и преданность науке.— Вестн. Высш. школы, № 12, с. 24—25.
17. Опробование и пробирный анализ. М.: Metallургиядат. 267 с.
1948. 18. Зарождение основ металлургии благородных металлов.— В кн.: Русские ученые в цветной металлургии. М.: Metallургиядат, с. 92—108.
19. Каким должен быть советский учебник по обогащению полезных ископаемых.— Горн. журн., № 4, с. 36—37.

20. М. В. Ломоносов — основоположник металлургии как науки.— В кн.: Русские ученые в цветной металлургии. М.: Металлургиздат, с. 20—37.
21. Роль русских химиков в создании научных основ металлургических процессов (XVIII и первая половина XIX в.).— В кн.: Тезисы докладов к Советанию по истории русской и советской химии 12—15 мая 1948 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 23—24.
1949. 22. Выступление на обсуждении докладов.— В кн.: Вопросы истории отечественной науки: Общ. собр. АН СССР, посвященное истории отеч. науки, 5—11 янв. 1949 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 847—849.
23. Гидрометаллургия / Соавт. Д. М. Юхтанов. М.: Металлургиздат. 732 с.
24. Интенсификация флотационной грануляции / Соавт. И. И. Куренков.— Горн. журн., № 4, с. 34—35.
25. О причинах возникновения естественной гидрофобности сульфидных минералов в условиях флотации.— ДАН СССР, т. 66, № 1, с. 91—94.
1950. 26. История развития пробирного искусства и современные методы опробования и пробирного анализа: К 250-летию учреждения пробирного надзора в России.— Изв. АН СССР. ОТН, № 7, с. 1085—1094.
27. Роль отечественной науки в создании новых процессов цветной металлургии.— В кн.: Юбилейный сборник научных трудов Московского института цветных металлов и золота. М.: ГОНТИ, с. 12—20.
28. Роль русских химиков в создании научных основ металлургических процессов (XVIII—XIX вв.).— В кн.: Материалы по истории отечественной химии: Сб. докл. на 1 Всесоюз. совещ. по истории отеч. химии, 12—15 мая 1948 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 154—169.
29. Устройство для обогащения полезных ископаемых методом флотационной грануляции / Соавт. И. И. Куренков.— Изв. АН СССР. ОТН, № 8, с. 1189—1196.
1952. 30. К итогам совещания по флотационным реагентам при Институте горного дела Академии наук СССР (май 1952 г.).— Цвет. металлы, № 5, с. 10—15.
31. О некоторых задачах развития науки обогащения полезных ископаемых в области флотации.— Цвет. металлы, № 6, с. 17—25.
32. О современном состоянии теории флотации.— В кн.: Справочник по обогащению полезных ископаемых. М.: Металлургиздат, т. 3, с. 495—513.
33. Совместное действие нескольких реагентов-собираателей при флотационном обогащении / Соавт. В. А. Глембоцкий.— ДАН СССР, т. 82, № 1, с. 139—141.
34. Современное состояние теории флотации и задачи ее дальнейшего развития.— В кн.: Труды II научно-технической сессии ин-та Механообр. М.: ГНТИ лит. черн. и цвет. мет., с. 29—50.
1953. 35. Роль отечественных ученых в развитии металлургии цветных металлов и обогащения руд.— Изв. АН СССР. ОТН, № 3, с. 450—462.
1954. 36. К механизму действия аполярных реагентов при флотации

- углей / Соавт. В. И. Классен.— ДАН СССР, т. 95, № 4, с. 853—855.
37. Роль отечественных ученых в развитии металлургии цветных металлов и обогащения руд.— В кн.: Труды по истории техники: Матер. 1 Совещ. по истории техники. Секция истории металлургии. М.: Изд-во АН СССР, вып. 5, с. 3—15.
1955. 38. О трудах Георгия Агриколы в области обогащения руд, металлургии и пробирного анализа (К 400-летию со дня смерти).— Изв. АН СССР. ОТН, № 12, с. 3—17.
39. Результаты и перспективы исследования взаимодействия реагентов с минералами при флотации.— Изв. АН СССР. ОТН, № 1, с. 109—134.
40. Технологическое оборудование обогатительных фабрик / Соавт. К. Г. Руденко, А. Н. Смирнов, А. В. Троицкий, М. А. Фишман. М.: Углетехиздат. 415 с.
1956. 41. Итоги исследований и задачи внедрения современной техники обогащения железных руд.— Горн. журн., № 3, с. 42—50.
42. Основные этапы истории металлургии благородных металлов.— Вопр. истории естествознания и техники, вып. 1, с. 179—194.
1958. 43. Bases theoriques de l'action des réactifs dans la flotation des charbons.— Ann. mines Belgique, p. 463—469. (En collaboration avec Klassen V. I. et Vlasova N. S.).
44. Металлургия благородных металлов. М.: Metallurgizdat, 366 с.
45. Use of microautoradiography and radiometry for investigations of flotation theory.— Proc. Second United Internat. Conf. Peaceful USES of Atomic Energy. Geneva, 1—13. September 1958, vol. 19. The use of isotopes: industrial use. Geneva, United Nations, p. 249—256.
1959. 46. Атлас технологического оборудования обогатительных фабрик / Соавт. А. Н. Разделишин, К. Г. Руденко, А. Н. Смирнов, А. В. Троицкий, М. А. Фишман. М.: Госгортехиздат. 237 с.
47. К вопросу о механизме возникновения электрохимической неоднородности поверхности сульфидных минералов / Соавт. Р. Ш. Шафеев.— ДАН СССР, т. 125, № 3, с. 599—600.
48. Итоги работы в области науки и внедрений в технике обогащения руд.— Цвет. металлы, № 2, с. 32—36.
49. О применении адсорбционной спектроскопии для контроля распределения ксантогената в процессах флотации / Соавт. С. А. Ехлакова, А. М. Околович.— Изв. АН СССР, ОТН, № 6, с. 141—143.
1960. 50. Влияние некоторых полупроводниковых свойств поверхности на взаимодействие ксантогената с галенитом / Соавт. Р. Ш. Шафеев.— ДАН СССР, т. 132, № 2, с. 399—401.
51. Диспергирование жирных кислот поверхностно-активными веществами при флотации / Соавт. В. И. Тюрникова, Л. А. Барский.— ДАН СССР, т. 131, № 6, с. 1404—1406.
52. Исследование движения жидкости в гидроциклоне / Соавт.— В. И. Классен, М. Г. Акопов, В. И. Литовко.— В кн.: Вопросы теории гравитационных методов обогащения. М.: Госгортехиздат, с. 107—117.
53. К теории разделения мелких минеральных зерен при мокрой отсадке / Соавт. В. И. Классен, И. М. Нестеров, Э. В. Миллер.— В кн.: Вопросы теории гравитационных методов обога-

- щения. М.: Госгортехиздат, с. 23—27.
54. Новые методы исследования процесса разрыхления зерен при мокрой отсадке мелких и тонких классов / Соавт. В. И. Классен, И. М. Нестеров, Э. В. Миллер.— В кн.: Вопросы теории гравитационных методов обогащения. М.: Госгортехиздат, с. 38—43.
55. Некоторые проблемы обогащения полезных ископаемых: Докл. на учен. совете 8 окт. 1960 г. М.: Ин-т горн. дела АН СССР. 77 с. Ротапринт.
1961. 56. Флотация / Соавт. В. А. Глембоцкий, В. И. Классен. М.: Госгортехиздат. 547 с.
1962. 57. Автоматический контроль плотности железорудной пульпы гамма-лучами / Соавт. А. К. Вальтер. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та. 244 с.
58. Обогащение руд в тяжелых средах / Соавт. Ю. Г. Мелик-Степанов, Ю. М. Сохин. М.: Изд-во АН СССР. 114 с.
59. Флотационное обогащение несulfидных минералов с применением газов / Соавт. Е. М. Чапыгина. М.: Изд-во АН СССР. 136 с.
1963. 60. Влияние поляризуемости ксантогенатов на элюирование с ионообменных смол / Соавт. С. А. Тэттару.— Изв. АН СССР. ОТН, № 3, с. 180—181.
61. Комплексное использование свинцово-цинкового сырья / Соавт. М. Н. Зырянов. М.: Изд-во АН СССР. 152 с.
62. Комплексное использование минерального сырья и задачи науки в области обогащения полезных ископаемых.— Изв. АН СССР. ОТН, № 3, с. 42—49.
63. Применение радиоактивных изотопов для исследования процессов флотации. М.: Изд-во АН СССР. 100 с.
1964. 64. Гидрометаллургия с применением ионитов / Соавт. С. А. Тэттару. М.: Metallургия. 280 с.
65. Новые направления глубокого обогащения тонковкрапленных железных руд / Соавт. В. И. Кармазин, Н. Ф. Олофинский, В. В. Норкин, В. В. Кармазин. М.: Наука, 203 с.
1965. 66. Комплексное использование молибденовых руд / Соавт. Л. А. Барский, В. И. Тюрикова. М.: Недра. 199 с.
67. Коронная электросепарация и применение ее для обогащения, классификации и обеспыливания / Соавт. Н. Ф. Олофинский.— В кн.: Электрические и магнитные методы сепарации. М.: Наука, с. 253—261.
68. Некоторые современные направления развития науки в области технологии первичной переработки полезных ископаемых: — В кн.: Новые направления в обогащении руд. М.; Л.: Наука, с. 37—56.
69. Флотоотсадка — новый вариант флотогравитационного обогащения / Соавт. С. С. Шахматов.— Горн. журн., № 8, с. 172—175.
1966. 70. Комплексно использовать руды.— Правда, 3 июня.
71. Полупроводниковые свойства минералов и оценка их адсорбционно-химической активности / Соавт. Р. Ш. Шафеев, В. А. Чантурия.— ДАН СССР, т. 170, № 4, с. 890—892.
72. Ядерно-физические методы контроля вещественного состава. Ядерные реакции и активационный анализ / Соавт. Л. И. Старчик. М.: Наука. 202 с.

1967. 73. Критерии оптимизации разделительных процессов / Соавт. Л. А. Барский. М.: Наука. 120 с.
1968. 74. Взаимосвязь энергетического строения кристаллов минерала с их флотационными свойствами / Соавт. Р. Ш. Шафеев, В. А. Чантурия.— В кн.: Труды VIII Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых. Л.: Ин-т Механобр, т. 2, с. 1—8.
75. Обогащение грубоизмельченных руд флотоотсадкой / Соавт. С. С. Шахматов. Л.: Наука. 110 с.
76. Основные направления развития обогащения полезных ископаемых.— В кн.: Современное состояние горной науки в СССР. М.: Наука, с. 485—495.
77. Обогащение полезных ископаемых.— В кн.: Очерки развития техники в СССР. Техника горного дела и металлургии. М.: Наука, с. 261—279.
78. Сепарация тонкодисперсных материалов / Соавт. Н. Ф. Олофинский, В. А. Новикова.— В кн.: Применение сил электрического поля для сепарации полезных ископаемых и материалов. М.: Энергия, с. 261—271.
1970. 79. Обогащение полезных ископаемых. М.: Наука. 311 с.
1972. 80. Гидрометаллургия: Изб. труды. М.: Наука. 277 с.

Литература о И. Н. Плаксине

- Барышников И. Ф.* Рец. на кн.: Плаксин И. Н. *Металлургия благородных металлов*. М.: *Металлургиздат*, 1958. 366 с.— *Цв. металлы*, 1959, № 12, с. 81—88.
- Бажвалов Г. Т., Палова О. И., Шухардин С. В.* И. Н. Плаксин: Памяти ученых.— В кн.: *Вопросы истории естествознания и техники*. М.: *Наука*, 1968, вып. 24, с. 124.
- Большой советский ученый: К 60-летию И. Н. Плаксина.— *За кадры цв. металлургии*, 1960, 6 окт., № 28, порт.
- Глембоцкий В. А.* Жизнь и деятельность Игоря Николаевича Плаксина (1900—1967).— В кн.: *Плаксин И. Н. Обогащение*: Избр. тр. М.: *Наука*, 1970, с. 7—14.
- Глембоцкий В. А.* И. Н. Плаксин и его роль в формировании и развитии обогащения полезных ископаемых.— В кн.: *Физические и химические основы переработки минерального сырья*. М.: *Наука*, 1982, с. 4—9.
- Глембоцкий В. А.* Флотационное обогащение полезных ископаемых.— В кн.: *Советская горная наука, 1917—1957 гг.* М.: *Угдетехиздат*, 1957, с. 560—561, 571—574.
- Глембоцкая Т. В.* Труды И. Н. Плаксина в области истории науки и техники.— В кн.: *Физические и химические основы переработки минерального сырья*. М.: *Наука*, 1982, с. 15—19.
- Звягинцев О. Е.* Новые книги по благородным металлам. Рец. на кн.: Плаксин И. Н. *Опробование и пробирный анализ*. М.:— *Журн. прикл. химии*, 1948, т. 21, № 3, с. 313—314.
- Звягинцев О. Е.* Рец. на кн.: Плаксин И. Н. *Металлургия благородных металлов*. М.: *Металлургиздат*, 1943.— *Цв. металлы*, 1944, № 2, с. 47.
- Звягинцев О. Е.* Рец. на ст.: Плаксин И. Н. *Русские ученые в цветной металлургии*. М.: *Металлургиздат*, 1948. 144 с.— *Природа*, 1949, № 3, с. 91.
- Игорь Николаевич Плаксин: (К 50-летию со дня рождения).— *Цв. металлы*, 1950, № 6, с. 23—24, портр.
- Игорь Николаевич Плаксин: (К 60-летию со дня рождения).— В кн.: *Обогащение полезных ископаемых*. М.: *Изд-во АН СССР*, 1960, с. 3—13.
- Игорь Николаевич Плаксин: (К 60-летию со дня рождения).— *Горн. журн.*, 1960, № 11, с. 78, портр.

- Игорь Николаевич Плаксин: (К 60-летию со дня рождения).— Изв. вузов. Цв. металлы, 1961, № 1, с. 178—181, портр.
- Игорь Николаевич Плаксин: (К 60-летию со дня рождения).— Цв. металлы, 1960, № 11, с. 82—83, портр.
- О месторождении мышьякового колчедана в Сучанском районе.— Крас. знамя, Владивосток, 1927, 23 апр.
- Ласкорин Б. Н.* Работы И. Н. Плаксина в области химических методов обогащения (гидрометаллургии) и их дальнейшее развитие.— В кн.: Физические и химические основы переработки минерального сырья. М.: Наука, 1982, с. 9—15.
- Мельников Н. В.* Член-корреспондент АН СССР Игорь Николаевич Плаксин.— В кн.: Горные инженеры — выдающиеся деятели горной науки и техники. М.: Наука, 1970, с. 86—100.
- Плаксин И. Н.* Гидрометаллургия: Избр. тр. М.: Наука, 1972. 277 с. Рец. на кн.: *Плаксин И. Н.* Опробование и пробирный анализ. М.: Металлургиздат, 1947. 268 с.— Цв. металлы, 1948, № 3, с. 69—70.
- Плаксин Игорь Николаевич.— В кн.: БСЭ. 2-е изд., 1955, т. 33, с. 162. Библиогр.: 5 назв.
- Плаксин Игорь Николаевич.— В кн.: Библиографический словарь деятелей естествознания и техники/Отв. ред. А. А. Зворыкин. М.: Изд-во БСЭ, 1959, т. 2, с. 130—131. Библиогр.: 10 назв.
- Работы академиков, членов-корреспондентов и научных сотрудников АН СССР, удостоенные государственных премий СССР за 1950 г.—Вестн. АН СССР, 1951, № 6, с. 47.
- Славнин Г. П.* Новые методы изучения флотации: Меченые атомы и скоростная киносъемка. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1959, с. 47—49.
- Смирнов В. И., Каковский И. А.* Рец. на кн.: Плаксин И. Н., Юхтанов Д. М. Гидрометаллургия. М.: Metallurgizdat, 1949, 732 с.— Изв. АН СССР. ОТН, 1950, № 9, с. 1429—1432; Цв. металлы, 1950, № 9, с. 67—69.
- Труды члена-корреспондента Академии наук СССР Игоря Николаевича Плаксина.— Науч. сообщ. Ин-та горн. дела АН СССР, 1960, т. 6, с. 138—162.
- Уразов Г. Г.* Обзор работ, произведенных в СССР за пятнадцать лет в области изучения процессов получения цветных металлов.— Журн. прикл. химии, 1933, т. 6, № 1, с. 178—179.
- Чествование члена-корр. АН СССР И. Н. Плаксина: [По поводу 50-летия со дня рождения и 25-летия научной, педагогической, инженерной и общественной деятельности].— Вестн. АН СССР, 1951, № 1, с. 91—93.
- Член-корреспондент Академии наук СССР Игорь Николаевич

- Плаксин: (К 60-летию со дня рождения).— Науч. сообщ. Ин-та горн. дела АН СССР, 1960, т. 6, с. 3—7, портр.
- Anderson G. T.* The solubility of gold in mercury.— *J. Phys. Chem.*, 1932, July-Dec., vol. 36, p. 2160—2165, fig.
- Born R.* Über die Anwendung der Radioisotope in der Flotation.— *Bergbauwissenschaften*, 1960, N 6, S. 131—132.
- Bruyn P. L.* Microradiographic study of the action of flotation reagents. I. N. Plaksin, S. P. Zaitseva. G. A. Myasnikova, L. P. Starchik. N. I. Turnikova, G. N. Khazhinskaya and R. S. Shaefeyev: (Discussions and contributions).— *Bull. Inst. Mining and Met.* 1958, vol. 67, N 617, pt. 7, p. 370—374.
- Contributions to the discussion of paper by I. N. Plaksin and other «Microradiographic study of the action of flotation reagents»/Brown D. J., Fleming M. G., Götte A., Kirchberg H., Leja J., Patching S., Pryor E. J., Whelan P. F.— *Ibid.*, 1958, vol. 67, N 616, p. 251—257.
- Contributions to the discussion of paper by I. N. Plaksin «Study of superfacial layers of flotation reagents on minerals and the influence of the structure of minerals on their interaction with reagents»/Burkin A. R., Fleming M. G., Joy A. S., Singewald A., Watson D.— In: Intern. miner. processing congr., 1960: Proc. of a congr. arranged by the Inst. of Mining and Met., held on 6th to 9th Apr., 1960. L.: Inst. of Mining and Met., 1960, p. 354—356, 359—361.
- Cox G. A.* The 1960 International mineral processing congress. Plaksin I. N. «Study of superfacial layers of flotation reagents on minerals and the structure of minerals on their interaction with reagents».— *Mine and Quarry Eng.*, 1960, vol. 26, N 9, p. 379—380.
- Highlights from the Congress papers.— *Mining J.*, 1960, vol. 254, N 6504, p. 3.
- King W. J.* The metallurgy of the precious metals by I. N. Plaksin.— *Bull. Inst. Mining and Met.*, 1959, vol. 68, N 634, pt 9, p. VII—VIII.
- Kirchberg H.* Die flotative Trennung von Pyrit und Arsenikkies bei der Aufbereitung komplexer Erze.— *Ztschr. Erzbergbau und Metallhüttenw.*, 1955, Bd. 8, Beih., S. B—84—B—85, Fig.
- Lansdowne B. W.* Russian delegates dominate flotation section at ore dressing symposium.— *World Miner*, 1960, vol. 13, N 7, p. 30—33, ill.
- Patching S. W. F.* Atlas Tekhnologicheskogo oborudovaniya obogatitel'nykh fabrik. (Atlas of technological equipment of ore dressing plants) by I. N. Plaksin and others. M., Gosgortekhzdat, 1959,

- Gloth, 134, p., ill.— Bull. Inst. Mining and Met., 1960, vol. 69, N 643, pt. 9, p. XI.
- Pryor E. J.* Mineral processing in review.— Miner. Mag., 1960, vol. 102, N 5, p. 277.
- Ramdohr H.* Untersuchungen über die Auswirkungen von Reaktorbestrahlung auf die Eigenschaften von Mineralen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Flotierbarkeit: Dissertation. Heidelberg: Reprographie A. Grosch, 1959, S. 2—3.
- Spaldoň F. K.* Šest' desiatinám profesora dr. techn. vied Igora Nikolajeviča Plaksína — čl. korešp. Akadémie vied SSSR.— Rudy, 1960, Roč. 8, číslo 12, s. 421—422, il. Literatura 21 názevu.
- Tiedemann O.* Das System Gold-Quecksilber (nach I. N. Plaksin).— Ztschr. Metallk., 1932, Jg. 24, H. 3, S. 56; H. 4, S. 89.
- Usoni L.* II Congresso internazionale per la preparazione dei mineral. Londra, 1960. Roma: Consiglio naz. rich., 1960, p. 31—34.

Именной указатель

- Авраамов О. П. 37
Агошков М. И. 6, 13, 16, 122
Агрикола Г. 67, 71, 72
Аносов П. П. 68
Антропов П. Я. 101
Арбитер Н. 109
Артоболовский И. И. 122
Астафьева А. В. 37
- Багратион П. Р. 70, 74
Байков А. А. 76
Бакунин Ф. 68
Балла Л. 110
Бардин И. П. 108
Бармин В. П. 122
Барский Л. А. 6, 62, 104
Барышева К. Ф. 6, 37, 105
Бейлин А. Ю. 34
Бекетов Н. Н. 76
Белинский В. Г. 11, 74
Белоглазов К. Ф. 64, 84, 98
Бернал Д. 77
Бессонов С. В. 45
Благов И. С. 6, 103
Богданов О. С. 6, 103
Богданова И. П. 90
Брежнев Л. И. 116
Брунауер С. 54
Брусницын Л. И. 68
Будникова О. К. 31
Бутлеров А. М. 96
Бхаппу Р. Б. 112
- Вальтер А. К. 61
Ванюков В. А. 14
Варвинский И. И. 68, 75
Вентер И. 122
Вернадский В. И. 72, 76
- Вишпер Р. Ю. 11
Власова Н. С. 6, 56, 104, 114, 120
Волкова З. В. 64
Вологдин В. П. 13
Ворошилов К. Е. 115
- Гамильтон Э. М. 22
Гётте А. 109, 114
Гирдасов Г. С. 34
Глембоцкий В. А. 6, 45, 54, 87, 90, 93, 104, 119
Годэн А. 84, 109, 110, 112
Голованов Ю. Н. 15
Гольдин М. Л. 6, 61, 117
Грацерштейн И. М. 6, 82, 88, 118
Губкин И. М. 108
- Данте А. 11
Дерягин Б. В.
Добролюбов Н. А. 11
Доллежалъ Н. А. 122
- Жи П. 114
- Зайцева С. П. 51
Звягинцев О. Е. 15, 123
Зефиоров А. П. 15, 40
- Ивановский М. Д. 6, 15, 31, 34, 37, 96
Ильинский М. А. 96
- Каблуков И. А. 25
Каковский И. А. 6, 117
Канкрин Е. Ф. 75
Кармазин В. И. 6, 59, 117, 119
Карр Д. С. 112
Карта М. 109, 112

- Кирхберг Г. 110
 Классен В. И. 56, 60, 87, 104, 114
 Клейн Г. И. 10
 Кожухова М. А. 31, 32, 96
 Кох Р. П. 6, 62, 102
 Краснов Г. Д. 104
 Кржижановская З. П. 7
 Крупская Н. К. 7
 Кузнецова Ю. С. 37
 Куренков И. И. 58, 81
 Курнаков Н. С. 14, 15, 26, 76, 101
 Курчатов И. В. 108

 Лаптев С. Ф. 6, 82, 118
 Ласкорин Б. Н. 34
 Левенсон Л. Б. 83, 84
 Ленин В. И. 8, 69
 Лившиц А. К. 6, 117
 Локк Ч. Я. 84
 Ломако П. Ф. 101
 Ломоносов М. В. 68, 72, 73, 74, 76, 83, 97
 Лопатин А. Г. 6, 88, 90, 105, 120
 Лопатина Г. И. 6, 88, 90, 105, 120
 Любарский В. В. 75
 Лященко П. В. 83, 84

 Мазурова А. А. 33
 МаксUTOB Д. Д. 121
 Маркс К. 11
 Масленицкий Н. Н. 6, 105
 Матвеевко Н. В. 6, 103, 118
 Мелик-Гайказян В. И. 6, 103
 Мельников Н. В. 4, 6, 77, 122
 Меркуль А. 12
 Миллер Э. В. 60
 Миллионщиков М. Д. 122
 Митчел А. Д. 11
 Михайлов А. А. 121
 Мицуи Ю. 113
 Мокроусов В. А. 6, 61
 Мопассан Г. Д. 120

 Муляр Р. С. 109, 112
 Мусин-Пушкин А. А. 68, 74
 Мясникова Г. А. 51

 Наслузов И. Г. 15
 Невский Б. Н. 15
 Негинский О. Е. 15
 Некрасов Н. А. 10
 Нестеров И. М. 60

 Околович А. М. 6, 56, 86, 90, 91, 120
 Олофинский Н. Ф. 6, 104, 112
 Опарин А. И. 122
 Ортин М. Ф. 84
 Оставальд В. 75

 Павлов И. П. 97
 Пентегов Б. П. 25, 79
 Пётр Первый 70
 Пикфорд М. 120
 Писарев М. И. 11
 Плаксин Н. Н. 7, 8
 Плаксина Е. Д. 7, 8, 10, 11
 Плаксина Л. Д. 6, 121, 123
 Подлящук П. 8
 Пожарицкий К. Л. 16
 Ползунов И. И. 68
 Польшкин С. И. 6, 22, 80, 83
 Поляков М. М. 105, 106
 Попков В. И. 122
 Пушкин А. С. 74

 Рао 113
 Рахманинов С. В. 121
 Ребиндер П. А. 38, 59, 83, 84, 122
 Рей М. 109
 Ричардс Р. Х. 84
 Романов М. М. 15

 Савари Е. А. 15
 Семёнов П. В. 37
 Серебровский А. П. 101
 Сибилева В.
 Синельникова А. И. 15, 33, 96

- Скобельцын Д. В. 122
Скочинский А. А. 14, 122
Соболевский П. Г. 68, 74, 75, 77
Соложенкин П. М. 6, 102, 104, 118
Старчик Л. П. 6, 61, 104, 118
Стасова Е. Д. 7, 9
Стахеев И. С. 15
Стрижко В. С. 37
Стрижко Л. С. 37
Суворовская Н. А. 6, 26, 31, 37, 89, 104
- Таггарт А. Ф. 86, 96
Тахтарев К. М. 7
Теллер Е. 54
Терпигорев А. М. 122
Толстой Л. Н. 11
Троицкий А. В. 83
Тургенев И. С. 11
Турчанинов И. А. 6, 102, 119
Тэтару С. А. 34, 36
Тюрникова В. И. 51, 104
- Уорк И. 7, 8, 9
Ушерев Л. П. 83
- Фалзон Н. 112
Федотов Ю. С. 37
Ферсман А. Е. 76
Фламарион К. 11
Флеминг М. Г. 87, 108, 109, 124
Фролов К. Д. 68
- Хабаша Ф. 102
Хагихара Х. 109
Хажинская Г. Н. 6, 51, 89, 120
Хан Г. А. 6, 88, 108
Хассиалис М. Д. 109, 112
Хукки М. 109
- Чайковский П. И. 121
Чантурия В. А. 6, 46, 56, 104, 116
Чаплыгина Е. М. 47
Чечотт Г. О. 83, 84
Чилстед П. Г. 109
- Шабарин С. К. 15, 31, 39, 96
Шафеев Р. Ш. 46, 51, 56, 104, 116
Шахматов С. С. 58
Шведов Д. А. 44
Шевяков Л. Д. 72
Шиббаев С. В. 15
Шиврин Г. Н. 34
Шпалдон Ф. 110
Шуберт Х. 110
Шуманн Р. 84
- Эмметт П. Х. 54
Энгельс Ф. 97
- Юнг Ч. О. 10
Юхтанов Д. М. 41
Ясюкевич С. М. 83, 84, 106

Содержание

От автора	5
Начало большого пути	7
Один из основоположников современной гидрометаллургии	17
Выдающийся ученый в области обогащения полезных ископаемых	42
Историк науки и техники	67
Учитель и педагог	79
Организатор и руководитель науки	93
И. Н. Плаксин и зарубежная наука	108
Штрихи к портрету	117
Вместо послесловия	124
Основные даты жизни и деятельности И. Н. Плаксина	126
Основные научные труды И. Н. Плаксина	129
Литература о И. Н. Плаксине	134
Именной указатель	138

Татьяна Владимировна Глембоцкая

Игорь Николаевич Плаксин

Утверждено к печати
Редколлегией серии
«Научно-биографическая литература»

Редактор издательства **В. П. Большаков**
Художественный редактор **Н. А. Фильчагина**
Технические редакторы **Т. А. Калинина, Н. Н. Кокина**
Корректоры **Г. Г. Петропавловская, Л. Д. Собко**

ИБ № 24270

Сдано в набор 29.03.82
Подписано к печати 28.05.82
Т-07486. Формат 84×108^{1/32}
Бумага книжно-журнальная
Гарнитура обыкновенная
Печать высокая
Усл. печ. л. 7,56. Усл. кр. отт. 7,77
Уч.-изд. л. 7,7 Тираж 14 700 экз. Тип. зак. 1512
Цена 50 коп.

Издательство «Наука»
117864 ГСП-7 Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука»
121099 Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, МИНЕРАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД И ПРИРОДНЫХ РАСТВОРОВ

16 л. 2 р. 40 к.

В книге рассмотрены данные новейших физико-химических и физических расчетов и экспериментов по определению кислотно-основных характеристик природных образований, а также закономерности кислотно-основной эволюции минерализующих растворов и магматических расплавов.

Для специалистов петрологов, минералогов, геохимиков, геологов.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

20 л. 3 р. 40 к.

В книге содержатся работы, развивающие идеи члена-корреспондента АН СССР И. Н. Плаксина в области теории и практики процессов флотации и гидрометаллургии. Определены основные закономерности адсорбции сульфгидрильных и оксигидрильных реагентов на сульфидных и окисленных минералах; показаны пути развития процессов сорбции и экстракции, выщелачивания металлов растворами тиомочевины, комбинирования технологии обогащения рудного сырья с предварительным обжигом, биологическим, автоклавным, вакуумным выщелачиванием и др.

Для исследователей и практиков, работающих в области обогащения рудного сырья и гидрометаллургии.

Книги можно предварительно заказать в магазинах Центральной конторы «Академкнига», в местных магазинах книготоргов или потребительской кооперации без ограничений.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

117192 Москва В-192, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга—почтой» Центральной конторы «Академкнига»;

197110 Ленинград П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»

или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».



Т. В. Глембоцкая

**Игорь Николаевич
ПЛАКСИН**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ИЗДАНИЮ КНИГА

Немировский Е. Л.

Андрей Чохов

(ок. 1545—1629)

5 л. 40 к.

Книга представляет собой первую монографию о жизни и деятельности известного мастера литейного дела второй половины XVI—XVII в. Автором собраны сведения примерно о 30 судах и многих колоколах, отлитых А. Чоховым. Подробно рассказано о «Царь — пушке», изготовленной в 1586 г., сконструированной им «стоствольной пушке». Выявленные архивные материалы позволили реконструировать древнерусскую литейную технологию.

Для всех интересующихся историей техники.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазина «Книга — почтой» «Академкнига»:

480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97

370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13

734001 Душанбе, проспект Ленина, 95

252030 Киев, ул. Пирогова, 4

443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2

197110 Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7а

117192 Москва, В-192, Мичуринский проспект, 12

630090 Новосибирск, 90, Морской проспект, 22

620151 Свердловск, ул. Майина-Сибиряка, 137

700029 Ташкент, Л-29, ул. К. Маркса, 28

450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10

720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42

310003 Харьков, Уфимский пер., 4/6

50 коп.