

РУДЫ  
И



МЕТАЛЛЫ



1995

СПЕЦВЫПУСК



**ЦНИГРИ**

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ККС) КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

В ЦНИГРИ создана компьютерная картографическая система контроля состояния и использования минерально-сырьевых ресурсов (версия 1.0). Программные средства системы разработаны совместно с фирмой КОМТЭП.

Компьютерная картографическая система предназначена для многовариантного конъюнктурного анализа минерально-сырьевой базы территорий с ранжированием их по приоритетности. Такой анализ позволяет оперативно контролировать выполнение минерально-сырьевых программ, обосновывать и оптимизировать реализацию системы лицензирования.

Основу предлагаемой версии компьютерной картографической системы составляет набор реквизитов, отражающих инфраструктуру субъектов федеративных договоров Российской Федерации, пометалльные и комплексные показатели федеральных минерально-сырьевых программ, показатели ГРП и системы лицензирования. Система реквизитов реализована в виде фактографической базы данных по минеральным ресурсам благородных и цветных металлов по субъектам Федерации, сцепленной с картографической базой данных, содержащей границы административно-территориального деления Российской Федерации.

С помощью дружественных меню пользователь системы может сформулировать текстовые, логико-арифметические и графические запросы к базам данных и в считанные секунды получить результат либо в виде справок в табличной форме, либо в виде распределения требуемого реквизита на карте субъектов Российской Федерации.

Система предоставляет пользователю следующие средства взаимодействия:

- текстовый редактор для ведения фактографической базы данных;
- графический редактор для ведения картографической базы данных;
- выбор разбиения на градации реквизита и настройка палитры для градаций, изображаемых на карте;
- работа с картографической базой в режиме «лупы»;
- наложение контурных и точечных объектов (реки, дороги, города, месторождения и т. п.) на карту;
- построение гистограмм, линейных графиков и столбчатых диаграмм задаваемых показателей;
- текстовый и графический режимы просмотра баз данных;
- организацию выборки территорий по логико-арифметическим запросам;
- формирование производных показателей.

Система прошла апробацию в ряде геологических организаций России.

К реализации предлагаются:

- услуги по обработке данных заказчика средствами ККС;
- оболочка ККС с комплектом документации для создания обработки новых баз данных;
- фактографическая база данных по благородным и цветным металлам по субъектам Российской Федерации;
- комплект оболочки ККС и фактографической базы данных по благородным и цветным металлам по субъектам Российской Федерации.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129"Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 315-26-38  
Телетайп: 114142 АДУЛЯР  
Факс: (095) 315-27-01

# РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



**1995**

СПЕЦВЫПУСК

Научно-технический журнал

Выходит 6 раз в год

Основан в 1992 году

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И. Ф. МИГАЧЕВ

Б. И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ  
Э. К. БУРЕНКОВ  
В. И. ВАГАНОВ  
В. И. ВОРОБЬЕВ  
П. А. ИГНАТОВ  
С. С. КАЛЬНИЧЕНКО  
М. М. КОНСТАНТИНОВ  
И. В. КРЕЙТЕР (отв. секретарь)  
А. И. КРИВЦОВ (зам. главного редактора)  
Н. К. КУРБАНОВ  
В. М. МИНАКОВ  
Н. И. НАЗАРОВА (зам. главного редактора)  
Г. В. ОСТРОУМОВ  
В. М. ПИТЕРСКИЙ  
В. И. ПЯТНИЦКИЙ  
Г. В. РУЧКИН  
Ю. Г. САФОНОВ  
Г. В. СЕДЕЛЬНИКОВА  
В. И. СТАРОСТИН  
И. А. ЧИЖОВА  
Ю. М. ЩЕПОТЬЕВ

Учредитель

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
(ЦНИГРИ)

Издается при участии

Академии минеральных ресурсов,

фонда им. академика В. И. Смирнова

Москва ЦНИГРИ 1995

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

<i>Барышев А. Н.</i> Хожение по мукам на пути к тайнам колчеданных месторождений	5	<i>Baryshev A. N.</i> Purgatory on Way to the Mysteries of Massive Sulfide Deposits
<i>Засухин И. Н., Бернадский В. Г.</i> Потоки, вихри, бураны...	12	<i>Zasukhin I. N., Bernadsky V. G.</i> Flows, Whirlwinds, Storms...
<i>Вильшанский А. Л.</i> Некоторые эпизоды из моей биогра- фии, воспоминания и размышления	14	<i>Vilshansky A. L.</i> Some Episodes of my Life: Recollec- tions and Thoughts
<i>Воларович Г. П.</i> О геологах ЦНИГРИ (НИГРИЗолото), изучавших золотые россыпи Дальне- го Востока	16	<i>Vilarovich G. P.</i> On Geologists of TsNIGRI (NIGRI- Zoloto), Who Studied Gold Placers of the Far East
<i>Засухин И. Н.</i> Люди ради людей!	19	<i>Zasukhin I. N.</i> People — for the Sake of People
<i>Зеленов В. И.</i> Разработка технологии извлечения золота из руд — трудное, но увлека- тельное дело	23	<i>Zelenov V. I.</i> To Elaborate a Technology for Gold Extraction from Ores: a Hard but Fascinating Work
<i>Ивановская В. П.</i> Расступись, океан — море синее	37	<i>Ivanovskaya V. P.</i> Open, Part, Make a Way, you Blue Ocean Great
<i>Клименко Н. Г.</i> Многоцветия цветных металлов	47	<i>Klimenko N. G.</i> Mottley Palette of Base Metals
<i>Кондаратенко А. К.</i> На белые пятна	62	<i>Kondratenko A. K.</i> To White Spots
<i>Конкин В. Д., Горжевский Д. И., Руч- кин Г. В., Крейтер И. В., Кузнецов В. В.</i> Гиганты в древних толщах Сибири	65	<i>Konkin V. D., Gorzhevsky D. I., Ruchkin G. V., Kraiter I. V., Kuznetsov V. V.</i> Giants in Old Masses of Siberia
<i>Константинов М. М.</i> Рудное золото Востока	70	<i>Konstantinov M. M.</i> Ore Gold of the East
<i>Кривцов А. И.</i> Порфиновый стиль	73	<i>Krivtsov A. I.</i> Porphyry Spyle
<i>Минаков В. М., Макаров Б. П., Орье В. А., Морозов И. В.</i> Бурение на золотоносных россыпях — дело тонкое	81	<i>Minakov V. M., Makarov B. P., Oryev V. A., Morozov I. V.</i> Drilling in Gold Placers is Not So Easy
<i>Натоцинский В. И.</i> Анабарский узел	88	<i>Natotsinsky V. I.</i> The Anabarsly Node
<i>Новиков В. Н.</i> Мариинская тайга	92	<i>Novikov V. N.</i> The Mariinsky Taiga
<i>Пугачева И. П.</i> Второе рождение Рудного Алтая	102	<i>Pugacheva I. V.</i> Second Birth of Rudny Altai
<i>Пятницкий В. И.</i> Жили—были...	104	<i>Pyatnitsly V. I.</i> Once Upon a Time There Lived...
<i>Стороженко А. А.</i> Богатство России будет прирастать Сибирью	107	<i>Storozhenko A. A.</i> The Wealth of Russia Will Grow Thanks to Siberia

<i>Фельтгейм П. Э.</i> Не проветришь – не найдешь	116	<i>Feltgeim P. E.</i> If You Want to Find Things – First Ventilate
<i>Фельдман А. А.</i> Алмазы	119	<i>Feldman A. A.</i> Diamonds
<i>Хорев В. А.</i> Взрыв – наш помощник	124	<i>Khorev V. A.</i> The Explosion is Our Helpmeet



# 60 лет ЦНИГРИ

От редакции

К шестидесятилетию ЦНИГРИ был подготовлен и выпущен ряд изданий: сводный доклад Ученого Совета ЦНИГРИ "Геология, металлогения и ресурсы месторождений алмазов, благородных и цветных металлов — вклад ЦНИГРИ", "Научные труды ЦНИГРИ: библиография 1985—1995"; брошюра "Техника и технология геологоразведки. Вклад ЦНИГРИ"; книга Г.П.Воларовича "Наука — золоту. Ученые ЦНИГРИ и золото России"; специальные выпуски журналов "Руды и металлы" и "Отечественная геология" и др.

В этих изданиях показаны научные и творческие достижения коллектива института. Однако в них не могли быть отражены материалы мемуарного плана, свидетельства конкретных участников работ института.

В номере собраны очерки, написанные старшим и средним поколениями ведущих сотрудников института, непосредственных руководителей или участников тех работ, итоги которых содержатся в юбилейных изданиях. Возможность участвовать в этом журнале была предоставлена всем желающим сотрудникам института. Эти мемуары отдают должное людям увлеченным, профессионально честным, беспредельно влюбленным в геологию, усилиями которых институт стал играть ведущую роль в геологической отрасли страны.

Материалы журнала раскрывают научно-исследовательские работы "изнутри", демонстрируют стиль и характер деятельности сотрудников ЦНИГРИ. Представляется, что воспоминания об опыте исследований, включенные в этот выпуск журнала и отвечающие девизу "Наука и люди", будут интересны всем нашим читателям.

© А. Н. Барышев, 1995

## ХОЖДЕНИЕ ПО МУКАМ НА ПУТИ К ТАЙНАМ КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А. Н. БАРЫШЕВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Первым организатором изучения колчеданных месторождений в ЦНИГРИ была Мария Борисовна Бородаевская. Ее таланту организатора и руководителя институт в значительной мере обязан тем, что в его стенах стали быстро расширяться тематические исследования в этом направлении, которые получили внедрение в практику геологической разведки, прогноза и поисков месторождений. Марии Борисовне чужд был консерватизм. Она направляла своих коллег на сбор все нового и нового фактического материала и, переосмыслив его, вносила коррективы в прежние концепции. Со временем в ЦНИГРИ выделились самостоятельные группы геологов, изучавших колчеданную проблему, но на их работу М.Б.Бородаевская всегда оказывала влияние либо советом, либо полемикой. Одна из сторон той научной атмосферы, в которой все это происходило, описана в данном очерке.

Если на клетке слона прочтешь надпись «буйвол», не верь глазам своим

*Козьма Прутков*

Наука кончается там, где кончается дискуссия.

*П.Л.Капица*

Если описывать только успешные результаты, полученные учеными ЦНИГРИ в разработке сложной проблемы геологии и происхождения колчеданных месторождений, то может показаться, что путь исследователя усыпан розами без шипов. Но на этих розах, прежде чем вкушать их аромат, практически все мы многократно «накалывались». Слишком часто на клетку слона природа вешала надпись «буйвол». Завороженные одними фактами, мы недоучитывали другие, так как не могли до поры до времени найти им правильное объяснение. Когда начинались исследования колчеданных месторождений, очень мало что было известно об особенностях подводного вулканизма. Данные о наземном вулканизме бы-

ли разбросаны по многочисленным статьям, а сводки в печати на русском языке начали появляться лишь с середины шестидесятих годов. Поэтому наши знания проблем вулканологии находились на неизмеримо более низком уровне по сравнению с современным. Во многом пришлось идти по неизведанным дорогам.

Путь был долгим, трудным. В клубок трудностей вплетались вкусы, настойчивость исследователей в пропаганде своих взглядов, персональный опыт, кругозор. Пожалуй, самым главным камнем преткновения был не по возрасту молодой облик колчеданных руд. Колчеданы оказались обманчивы, подобно лицу молодящейся пожилой красотки, умело наложившей макияж. Между тем возраст и родословная колчеданов были, пожалуй, главными пунктами в их биографии, которые определяли кратчайший путь к правильному прогнозу позиций и успешным поискам месторождений.

Колчеданные месторождения как источники добычи меди, цинка, свинца стали изучать в ЦНИГРИ в середине пятидесятих годов. До этого ими интересовались в качестве источников золота в их окисленных железных шляхах. Сначала работы проводились на Урале и в Центральном Казахстане. В Казахстане исследования продолжались недолго, и работавший там в Майкаинском рудном поле Л.И.Яковлев, пришедший к выводу о связи оруденения с кембрийским и ордовикским вулканизмом, в 1956 г. переехал на Урал, где тем временем начала работу группа под руководством М.Б.Бородаевской. В эту группу входили А.И.Шмидт, Н.К.Курбанов, Н.А.Пирижняк, М.С.Михайлова, а позже пришли В.С.Требухин, Е.П.Ширай, А.Ф.Фоминых, которые изучали геологию месторождений Учалы, Сибай, Гай и другие. На этих же объектах занимались минералогическим картированием руд А.В.Касьянов, Е.П.Миронов, Н.Г.Коренно-

ва, Л.Н.Гриненко под руководством Н.В.Петровской. Энергичная М.Б.Бородаевская, до этого успешно развившая применительно к золоторудным месторождениям концепцию рудоносности малых интрузий, вскоре пришла к выводу о связи с ними и колчеданных руд. Она основывалась на том, что рудные тела пересекают напластование вмещающих пород и, следовательно, являются более молодыми. Мало того, форма рудных тел определяется тектоническими разломами и складками, а поэтому руда моложе их. Наконец, абсолютный возраст минералов из пород, претерпевших изменения около рудных тел, был значительно меньшим, чем возраст вулканических пород. И это, как любили тогда говорить в группе М.Б.Бородаевской, «однозначно» свидетельствует об отсутствии прямой связи оруденения с вулканизмом. Указанные геологические выводы находили подтверждение и в минералогических исследованиях группы Н.В.Петровской. Однако в эти же годы (1956—1958) работавшие на Среднем Урале Л.И.Яковлев и Ю.К.Озеров на примерах месторождений Дегтярское и им. III Интернационала пришли к выводам, противоречащим концепции М.Б.Бородаевской, но согласными с ранними высказываниями академика А.Н.Заварицкого. Они своими исследованиями подтвердили временную и генетическую связь руд с вулканизмом.

Дискуссия продолжалась недолго, после чего в 1959 г. Л.И.Яковлев и Ю.К.Озеров были отданы под покровительство А.Ш.Курбанова для изучения колчеданных месторождений Передового хребта Северного Кавказа. В эту группу вошли также молодые специалисты А.Н.Барышев, А.С.Марочкин, И.В.Круть, В.В.Рыбасенко, а позже Л.Д.Гославская, В.П.Цетлин, Е.В.Розова, Л.И.Бочек, М.М.Ботова, Х.Х.Лайпанов. Научную инициативу по изучению колчеданов Кавказа взял на себя Л.И.Яковлев, попутно в 1962 г. он защитил кандидатскую диссертацию — первую в ЦНИГРИ по колчеданной проблеме, где обосновывалась связь контактового метаморфизма, связанного с малыми интрузиями.

Здесь надо сделать отступление и указать на ту внешнюю научную атмосферу, в которой проходили исследования ЦНИГРИ. Дискуссия о происхождении колчеданных

руд велась в мире с давних лет и очень долго. Сначала руду генетически связывали с гранитными интрузиями. По-видимому, первые указания на связь колчеданных месторождений Урала с вулканизмом были сделаны в 1919 году знаменитым американским геологом В.Линдгреном. В том же году Охаси Ясикадзу в японском журнале опубликовал статью, где высказывалась мысль, что руды колчеданных месторождений Японии образовались путем выпадения осадка на морском дне из горячих растворов, поднимавшихся от вулканических пород. Другой японец, К.Киносита, также отстаивал связь колчеданов с вулканизмом. В Японии сторонники этой точки зрения были всегда. Однако у нас в стране эти мысли не были широко известны и первые публикации в печати появились лишь в 1936 г. Это сделал академик А.Н.Заварицкий, который обосновал генетическую связь уральских колчеданных месторождений с вмещающими их вулканическими породами. Но не все согласились с этой концепцией и по-прежнему оруденение связывали с интрузивами (А.В.Пэк, Е.Е.Захаров и др.).

В 1959 г. вышла в свет книга Шнейдерхена и Офтедаля об эксгаляционно-осадочных месторождениях, переведенная на русский язык, под редакцией в ту пору член-корреспондента, будущего академика В.И.Смирнова. Вскоре после появления этой монографии В.И.Смирновым совместно с Т.Я.Гончаровой эта модель была предложена для месторождения Уруп на Северном Кавказе. В то время предложенная концепция произвела эффект разорвавшейся бомбы, так как очень большая часть накопленного фактического материала в интерпретации геологов не укладывалась в ту упрощенную схему, которая рисовалась тогда В.И.Смирновым. Поэтому сторонников этой модели были единицы (Н.С.Скрипченко), большинство же отрицало ее. На основании целого ряда эпигенетических черт месторождений считалось, что руды отлагались на глубине из гидротермальных растворов путем осаждения в полостях отслаивания либо путем замещения вмещающих пород. Сам В.И.Смирнов тогда считал, что по крайней мере половина месторождений колчеданных руд («Фифти-фифти», — как любил он говорить тогда) отлагалась метасома-



тическим путем ниже поверхности морского дна. Ряд исследователей продолжал отстаивать связь оруденения с интрузиями. Однако количество сторонников связи оруденения с вулканизмом, к которым ранее принадлежали, кроме названных, Т.Н.Шадлун, В.П.Логинов, все более возрастало. Известный уральский геолог С.Н.Иванов сначала поддерживал идею А.Н.Заварицкого, потом в 1959 г. отказался от нее, но в конце концов встал на позицию В.И.Смирнова. Особенно сильно противостояние идеям А.Н.Заварицкого и В.И.Смирнова было у подавляющего большинства исследователей Рудного Алтая, где доминировала концепция связи колчеданных руд с малыми порфировыми интрузиями, значительно более молодыми, чем рудовмещающие вулканические породы. В ходе дискуссии, проходившей в середине пятидесятих годов на Алтае между сторонниками А.Н.Заварицкого (Б.С.Левоник, Б.И.Вейц, И.В.Дербиков, Л.Н.Белькова, В.Н.Огнев, А.И.Семенов) и их противниками (П.Ф.Иванкин, Г.Ф.Яковлев, А.К.Каюпов, В.П.Нехорошев, Н.А.Елисеев, Д.И.Горжевский, А.А.Гармаш) победа оказалась на стороне последних, так как приводимые ими факты представлялись более убедительными. Этому способствовала и человеческая энергия, с которой они отстаивали свои взгляды. Впоследствии под давлением нового фактического материала Г.Н.Щерба, Г.Ф.Яковлев, Д.И.Горжевский, А.К.Каюпов стали сторонниками ранее отвергаемой ими вулканогенной концепции.

Но вернемся к ЦНИГРИ. Эпохой в развитии колчеданной проблемы была история с крупнейшим на Урале Гайским месторождением. Дело в том, что проводившие его разведку В.С.Скрипиль, Н.А.Недожогин и Н.А.Сибирская правильно, как сейчас стало ясно, определили гидротермально-осадочную природу руд. Однако, упрощенно понимая вытекающие из этой концепции особенности строения месторождения, они предложили неправильную схему его структуры. Это очень быстро поняла М.Б.Бородаевская, установившая с помощью Н.А.Пирижняк и В.С.Требухина, что на глубине рудные тела залегают не в виде пологих пластов, а круто падают вниз. Причина такой структуры виделась в сочетании рудоподводящей зоны расланцевания крутого падения с перекры-

вающим экраном в виде толщи базальтов. Вскоре такое представление подтвердилось, когда провели горизонтальные горные выработки из шахты. Факт этот имел чрезвычайно важное практическое значение, так как требовал изменения системы отработки месторождения, и недоучет его мог привести к колоссальным финансовым потерям. Нелегко было Марии Борисовне доказать свою правоту в Министерстве геологии РСФСР, но энергии хватило и на это. Гай с тех пор стал эталонным объектом, на котором уральская группа ЦНИГРИ отработывала научные концепции. Но и они рождались в муках.

Упомянутое уточнение структуры Гайского месторождения еще более укрепило М.Б.Бородаевскую в правоте ее концепции об оторванности во времени рудообразования от вулканизма и более тесных связях с малыми интрузиями, представлявшими собой лишь отдаленных родственников вулканов. Но это был и апогей, и начало заката интрузивной концепции, которая стала постепенно разрушаться под натиском новых исследований и новых фактов, в том числе выявленных на самом Гайском месторождении. Но им предшествовали другие события.

Сторонник связи колчеданообразования с вулканизмом Л.И.Яковлев со своими питомцами начал в 1959 г. исследования с изучения вулканических пород Худесского рудного поля на Северном Кавказе. Была установлена ритмичность во время вулканической деятельности и приуроченность рудных тел месторождения и зон сульфидной вкрапленности к определенным частям этих ритмов, которые позже получили название рудоносных литолого-стратиграфических уровней. При расширении этих исследований на территории всего Передового хребта были выделены разные типы вертикальных разрезов вулканогенных толщ, которые совместно с петрохимическими исследованиями позволили отнести их к разным вулканогенным формациям с контрастной и «полного набора дифференциатов» (последовательно дифференцированной). Такой подход к изучению вулканогенных толщ с начала шестидесятых годов проводился Л.И.Яковлевым одновременно с исследованиями Д.С.Штейнберга и Т.И.Фроловой на Урале, которые были инициаторами методо-

логии формационного анализа вулканитов в колчеданосных геосинклиналях.

Формационный анализ был одним из способов раскрытия закономерностей в геологии колчеданов. Большее же время на Северном Кавказе было посвящено детальному картированию, выявлению локальных вулканических структур, а также изучению самих колчеданных месторождений. Северный Кавказ был наиболее благоприятной для этого территорией из-за своей прекрасной обнаженности, глубоких врезов ущелий, позволявших хорошо видеть геологические структуры. Все известные месторождения были пересечены штольнями, в которых хорошо видны детали строения рудных тел и окружающего пространства. Не случайно, что первые у нас в стране фундаментальные разработки гидротермально-осадочного генезиса руд были сделаны Н.С.Скрипченко на северокавказских месторождениях Уруп и Худес (1960—1965 гг.). Н.С.Скрипченко сразу поверил в концепцию, предложенную В.И.Смирновым, и отметал все частные факты, противоречащие достаточно упрощенной в то время схеме рудообразования. Этим частным фактам геологи ЦНИГРИ, однако, придавали в то время решающее значение. Так, А.Н.Барышев установил, что извержениям кремнекислых экструзий в Худесском рудном поле сопутствует образование синвулканических складок, оползней и надвигов. Каждому из трехкратно проявленных кремнекислых извержений предшествует образование руд, как и считал Н.С.Скрипченко. Однако в связи с тем, что рудные тела ограничиваются синвулканическими разломами и залегают стратиграфически чуть ниже соответствующих кремнекислых куполов и горизонтов вулканогенно-осадочных пород с рудокластами, остается полагать, что руды отлагались в полостях отслаивания между пластами эффузивов непосредственно перед извержением кислых лав. В 1965 г. эти положения отстаивались А.Н.Барышевым в кандидатской диссертации. Много лет спустя стало очевидным, что Н.С.Скрипченко был прав по-крупному и неправ в истолковании деталей. Был найден ответ, устраняющий имеющиеся противоречия в структуре и морфологии рудных тел. Яв-

ление состояло в том, что по надвигам и взбросо-сдвигам, образовавшимся при извержениях, давших кремнекислые экструзивы, отдельные части рудных тел поднимались и разрушались. Поэтому перенесенные в пониженные области (денудированные) продукты разрушения рудных тел — рудокласты отлагались стратиграфически чуть выше оставшихся частей гидротермально-осадочных колчеданных тел. К этому же времени относится и образование части контактов рудных тел, резко несогласных с напластованием вулканических пород.

Результаты работ, проводимых на Кавказе, а также исследования института геологии и геофизики им. А.Н.Заварицкого в Свердловске подтолкнули уральскую группу ЦНИГРИ к более углубленным исследованиям вулканогенных пород. Первым это сделал Н.К.Курбанов. Используя методологию Д.С.Штейнберга, он выделил в пределах северной части Учалинского колчеданосного пояса по-разному дифференцированные вулканогенные формации. Он установил, что месторождения пространственно тяготеют к экструзивным и вулканокупольным постройкам кислого состава. Однако эпигенетические черты месторождений — «наложенность» колчеданного оруденения на складчатые и разрывные нарушения, осложнившие вулканокупольные сооружения, — привели Н.К.Курбанова к выводу лишь о благоприятности пород вулканических построек для замещения рудным веществом на завершающих этапах раннегеосинклинальной стадии развития магнитогорского мегасинклинория. Эти положения защищались Н.К.Курбановым в кандидатской диссертации (1967).

Первые результаты сотрудников уральской группы по изучению вулканизма убедили М.Б.Бородаевскую в необходимости развития этого направления. Для работы в группу были приглашена Т.Ю.Маренина — вулканолог, петрограф, ранее работавшая с А.Н.Заварицким в лаборатории, а позже в институте вулканологии. Были начаты фундаментальные исследования по петрохимии вулканогенных формаций Магнитогорского прогиба. Началось детальное изучение вулканических структур в рудных полях и соотношений оруденения с этими структурами.

Существенное усиление уральского коллектива ЦНИГРИ связано с приходом в институт в 1965 г. весьма энергичного А.И.Кривцова, который после аспирантуры МГУ только что защитил диссертацию по соотношению колчеданного оруденения с процессами метаморфизма вулканогенных пород Башкирии. А.И.Кривцов возглавлял работы по изучению вулканизма и колчеданных месторождений на территориях Башкирии и Среднего Урала с группой молодых специалистов (О.В.Минина, В.Б.Шшаков, А.Г.Волчков, В.Е.Кельх, Н.П.Трякина), одновременно участвуя в обобщающих работах первой уральской группы.

В этап усиленного изучения вулканизма уральской группой были установлены основные черты строения Гайского рудного района. Защищавший кандидатскую диссертацию в 1968 г. А.Ф.Фоминих продемонстрировал наличие вулкана в районе, но все же отдал дань малым интрузиям. Однако вскоре на малых интрузиях был поставлен крест. В 1970 г. В.С.Требухин под научным руководством М.Б.Бородаевской защитил кандидатскую диссертацию, в которой были отражены результаты детальной палеорекострукции Гайского вулкана. Был сделан вывод, что рудные тела приурочены к деформированной многожерловой зоне вулкана. Морфология этих тел определяется наследованием воронкообразных экранированных частей сверху вулкана и субвертикальных стволов жерловин внизу. Рудолокализацию определяли фильтрационные свойства пород. Оруденение синхронно внедрению туфогенно-осадочных пород, перекрывающих эффузивные базальты.

В середине шестидесятых годов в исследовании колчеданной проблемы были исключены колчеданно-полиметаллические месторождения в терригенно-сланцевых толщах Большого Кавказа и в осадочно-вулканогенных толщах в Забайкалье и Юго-Западном Гиссаре, а в начале семидесятых годов, в метаморфизованных черносланцевых толщах Северного Прибайкалья. На Кавказе работы возглавил Н.К.Курбанов, в группу которого вошли А.Г.Злотник-Хоткевич, В.И.Романов, О.Д.Кадымов и другие, в том числе геологи из г.Баку. Первоначальные исследования месторождения Филлизчай привели Н.К.Курбанова к выводам о его

эпигенетичности по отношению к вмещающим породам, так как в целом довольно ровное протяженное рудное тело не согласовывалось с интенсивно смятыми в складки породами, подстилающими и перекрывающими месторождение. Этот вывод подтвердили и исследования руд, проведенные А.Г.Злотником-Хоткевичем, которые вошли в его кандидатскую диссертацию (1970): руды имеют гидротермально-метасоматический генезис, имеют текстурный рисунок замещаемых ими пород, наложены на предорогенные складки и отлагались в два независимых друг от друга этапа. Лишь много лет спустя после проведения тщательного картирования рудных районов и полей, реконструкции палеогеографических обстановок, сопоставления с другими районами мира Н.К.Курбанов пришел к иной (1986) стройной концепции тектонического развития территории и рудообразования, защищенной им в его докторской диссертации. Рудообразование, согласно этим исследованиям, включало гидротермально-осадочное накопление руд с последующим их преобразованием в связи с динамометаморфизмом и плутонизмом.

В Забайкалье работала группа ЦНИГРИ под руководством Д.И.Горжевского (А.А.Малаев, И.П.Малаева, Е.П.Миронов, Л.П.Хрянина, И.В.Крейтер, А.И.Донец), которая изучала Озерное колчеданно-полиметаллическое месторождение. Сначала месторождение считали образовавшимся после пермских даек сиенит-порфиоров, так как эти породы и рудовмещающие кембрийские подверглись околорудным изменениям (И.В.Крейтер, диссертация, 1968). Позже стали допускать, что образование части руд произошло вулканогенно-осадочным путем в раннем кембрии, а большая часть — гидротермально-метасоматическим образом после субвулканических даек диабазов и андезитов (А.И.Донец, диссертация, 1972). Этот вывод делался на основании отсутствия следов термального воздействия даек на руды.

В Юго-Западном Гиссаре в 1968—1970 гг. работала группа ЦНИГРИ в составе Е.И.Филатова, А.Г.Злотника-Хоткевича, Н.А.Пирижняк по изучению Хандизинского месторождения под научным руководством М.Б.Бородаевской и Д.И.Горжевского. Была

обоснована связь оруденения с вулканизмом, а сами руды считались метасоматическими залежами, в локализации которых определяющую роль сыграла разница в пористости и проницаемости пород, расположенных выше и ниже пластообразного рудного тела, а также складчатые деформации. Позже, в 1975—1977 гг. после работ на Рудном Алтае, в Юго-Западном Гиссаре проводила исследования другая группа ЦНИГРИ. А.Н.Барышев пришел к выводу о контроле колчеданных месторождений границами кальдер и экструзивными куполами и о вулканогенно-осадочном генезисе сплошных колчеданных руд месторождений Южный Карасан и Хандиза. На последнее указывает наличие рудокластов в осадочных брекчиях, перекрывающих первое месторождение, и отсутствие гидротермальных изменений в породах всяческого бока второго месторождения. Н.Н.Биндеманом было выдвинуто положение о контроле размещения месторождений пересекающимися разломами глубокого заложения.

В Северном Прибайкалье, начиная с 1971 г., работала группа ЦНИГРИ в составе Г.В.Ручкина, В.А.Варламова, В.Д.Конкина, Т.П.Кузнецовой, Н.А.Пирижняк, которая изучала Холоднинское колчеданно-полиметаллическое месторождение. Основываясь на детальном картировании месторождения, литолого-фациальном расчленении достаточно монотонного рудомещающего разреза, тонком минералогическом изучении руд, анализе изотопного состава серы сульфидов, проведенном в лаборатории ЦНИГРИ Н.М.Заири, исследователи пришли к выводу о первичном гидротермально-осадочном происхождении руд месторождения и их последующем участии в складчатости и высокотемпературных метаморфических преобразованиях. Эта концепция была положена в основу оценки перспектив Холоднинского месторождения, защищалась авторами в 1974 г. на Ученом совете ЦНИГРИ и опубликована в семидесятых годах в ряде работ.

Дискуссия в ЦНИГРИ относительно генезиса колчеданно-полиметаллических месторождений резко обострилась с приходом в 1972 г. в институт в качестве директора П.Ф.Иванкина. П.Ф.Иванкин отстаивал свои прежние взгляды о связи оруденения

на Рудном Алтае с орогенными порфиоровыми интрузиями и метасоматическом способе рудоотложения. Когда было доказано, что обособления колчеданных руд на Ново-Золотушинском месторождении являются не результатом метасоматического замещения обломков в туфах, а натуральными обломками, П.Ф.Иванкин в 1962 г. выдвинул концепцию, согласно которой ранее выделяемые туфы относились им к образованиям не выходящих на поверхность эксплозий, сопровождавших орогенные порфиоровые интрузии как на Алтае, так и на Урале. Этим ставился под сомнение один из главных аргументов, доказывающих древность колчеданных руд, а тем более их вулканогенно-осадочный генезис.

Доводы П.Ф.Иванкина не поколебали убежденности уральской группы ЦНИГРИ о связи колчеданных руд с вулканизмом. Основанием к тому послужили детальные исследования на месторождениях и региональные закономерности их размещения. Одним из важных доказательств связи с вулканизмом была закономерная позиция месторождений. После обобщения геологических (совместно с М.Б.Бородаевской, А.И.Кривцовым, Н.К.Курбановым) и петрохимических материалов Е.П.Ширай (1970, кандидатская диссертация) пришел к выводу, что колчеданные месторождения Южного Урала приурочены к вулканическим поднятиям, сложенным базальтами контрастной формации, располагаясь в жерловых и прижерловых участках липаритовых и дацитовых тел. Локализация промышленных типов руд происходила в возрастной вилке между двумя поколениями контрастно- и последовательно-дифференцированных малых интрузий на субвулканическом уровне глубин. В начале семидесятых годов Н.А.Пирижняк на примере месторождения Сибай убедилась в правоте А.Г.Жабина, предложившего концепцию многостадийное вулканогенно-осадочное происхождение руд и развила на новом фактическом материале этот тезис в кандидатской диссертации (1974). Одновременно А.Г.Злотник-Хоткевич установил гидротермально-осадочную природу колчеданных руд и хлоритолитов в Мугоджарах. Новый материал по геологии колчеданных месторождений Башкирии, геохимической и минеральной зональности

рудных тел, собранный группой ЦНИГРИ под научным руководством А.И.Кривцова, послужил дальнейшим подтверждением связи оруденения с вулканизмом. Несколькими годами позже А.И.Кривцовым был обобщен материал по вулканогенным зонам Урала, разработана концепция о соответствии их разным частям древних островных дуг. Им была установлена зависимость типов колчеданосных рудных районов от типов вулканогенных формаций и разной позиции их в вертикальных рядах геологических формаций, что послужило основой докторской диссертации (1975).

Еще позже, на рубеже восьмидесятых годов, М.Б.Бородаевской, В.С.Требухиным и Ю.В.Никешиним было установлено, что колчеданные рудные тела Гайского месторождения сформировались не в жерле вулкана, а в виде вулканогенно-осадочных пластов на экстрезивном куполе, который позже был накоплен, приобретя крутое падение. После этого уже никто из уральской группы ЦНИГРИ не отстаивал гидротермально-метасоматический генезис колчеданов.

А в начале семидесятых годов среди геологов ЦНИГРИ, работавших на Рудном Алтае, возникла вновь дискуссия по поводу возраста и генезиса колчеданных месторождений, продолжавшая споры, затихшие в конце пятидесятых-начале шестидесятых годов. П.Ф.Иванкин, будучи научным руководителем группы по морфоструктурной типизации рудных полей, настаивал на послескладчатом возрасте рудных тел, выделяя пологолежащие рудные тела в качестве мелкокорневых, а крутые — глубококорневых рудоносных систем. Часть геологов (Д.И.Горжевский, И.П.Пугачева, Г.Г.Королев, Д.Г.Ажгирей, Н.Г.Кудрявцева, В.Б.Чекваидзе, И.З.Исакович) склонялась к двойственности месторождений: часть их является послескладчатым, из которых некоторые образовались путем регенерации, а часть является гидротермально-метасоматическими доскладчатыми, связанными с субвулканическими телами. В качестве обоснования приводились наложение руд на рассланцованные породы, рудные прожилки, пересекающие напластование, особая позиция околорудных изменений в породах, стадийность рудоотложения. В.Б.Чекваидзе пришел к выводу о развитии рудообразова-

ния с явлениями метасоматического выноса и осаждения элементов в субвулканических условиях (1981, книга и диссертация). Другая часть геологов (А.Н.Барышев, В.П.Цетлин, М.И.Швайковский, а позже и Е.И.Филатов) отстаивали вулканогенно-осадочную природу рудных тел, образующихся как перед экстрезивными извержениями кремнекислых магм, так и непосредственно вслед за ними. В обоснование приводились примеры ритмичных полосчатых осадочных слоистых руд, вулканогенно-осадочных брекчий с рудокластами, послерудный возраст всех даек.

Последующее изучение месторождений Рудного Алтая геологами ЦНИГРИ, других научно-исследовательских институтов и производственными привело большинство из них к признанию концепции вулканогенно-осадочного рудообразования вообще, и на Рудном Алтае в частности. Более того, даже в типичном жильно-штокверковом месторождении Кафан на Малом Кавказе А.И.Шмидт выделил вулканогенно-осадочные пластовые руды. На фоне снизившейся остроты дискуссий были осуществлены крупные обобщения, которые легли в основу докторских диссертаций Е.П.Ширая (1982), Г.В.Ручкина (1982), Е.И.Филатова (1983), А.Н.Барышева (1983), А.Г.Злотника-Хоткевича (1982), Н.К.Курбанова (1986), затрагивающих многие проблемы, связанные с образованием колчеданных месторождений.

Окидывая ретроспективным взглядом существовавшие дискуссии, эволюцию представлений о генезисе колчеданных месторождений, факторах, определяющих их локализацию, можно понять, как трудно было выбрать правильный путь прогноза месторождений, руководя большими коллективами, по-разному трактуемыми одни и те же геологические факты. Но тем не менее, М.Б.Бородаевская и А.И.Кривцов на Урале, Д.И.Горжевский на Рудном Алтае, Л.И.Яковлев на Северном Кавказе и в Казахстане, Н.К.Курбанов на Южном и Малом Кавказе, Г.В.Ручкин в Прибайкалье вместе со своими коллективами успешно осуществляли прогнозные исследования, разрабатывали методологию прогноза и реализовали ее. Но это выходит за рамки нашего рассказа.

© А. Л. Вильшанский, 1995

## НЕКОТОРЫЕ ЭПИЗОДЫ ИЗ МОЕЙ БИОГРАФИИ, ВОСПОМИНАНИЯ И РАЗМЫШЛЕНИЯ

А. Л. ВИЛЬШАНСКИЙ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Наконец-то после почти четырехлетней фронтовой жизни я снова оказался дома, в Москве. Случилось что-то непредвиденное, граничащее с чудом — мне случайно удалось выжить в этой страшной войне. Ведь только в начале октября 1941 г. из моего стрелкового трехтысячного полка осталось лишь 125 человек. Вернувшись домой, я, как и все фронтовики, был рад и горд за нашу победу.

Дома жильцы коммуналки тепло встретили меня, поздравили с победой и забросали вопросами о фронтовой жизни.

После короткого отдыха надо было устраиваться на работу. Когда я явился в издательство Госполитиздат, начальник отдела кадров сказал мне: «Товарищ Вильшанский, согласно постановлению Правительства, вы имеете право занять свое редакторское кресло». Я ответил, что мне надо подумать.

Я решил не возвращаться на работу в это издательство по таким соображениям: несмотря на более высокие оклады по сравнению с другими издательствами, условия работы редактора здесь были крайне тяжелые, продолжительность рабочего дня превышала 12 часов, трудовой день был ненормирован; при издании книг «молний» редактор по 3—4 дня не выходил из типографии; приходилось работать и ночами, а это изматывало даже здорового человека. Требования к редактору были исключительно высокие, особенно это относилось к изданию книг классиков марксизма-ленинизма. Даже 2—3 опечатки считались чрезвычайным событием.

Взвесив все эти обстоятельства, я поступил на работу в одно из подразделений Главзолото МЦМ СССР в Трест Золоторазведка и вскоре был переведен в штат ГРУ Главка, затем в его «Специализированную геологическую экспедицию». Но где бы ни работал, я всегда был связан с научными работниками НИГРИзолото.

В истории Главзолото был важный пе-

риод, когда он был подчинен НКВД СССР. В состав Главка были переданы Экспедиция ГРУ и институт НИГРИзолото. Сразу были проведены структурные изменения в Главке. Так например, Геолого-разведочное управление было расширено в четыре раза, возглавлял его И.С.Рожков, который годы спустя был назначен директором ЦНИГРИ. Было создано новое, довольно многочисленное подразделение — Политотдел Главка. Резко были увеличены штаты бухгалтерии, планового отдела, первого отдела и др. Многие работники Главка были «милитаризованы», им были присвоены воинские звания; они получили военное обмундирование. Был введен еще один выходной день в неделю, названный оздоровительным. Часто в рабочее время появлялся инструктор Политотдела, который в течение часа читал заранее написанный скучный доклад о международном положении или об итогах Пленума ЦК КПСС. Когда сотрудник Главка, носивший погоны капитана, входил в кабинет начальника ГРУ, которым был полковник И.С.Рожков, он точно по команде — «смирно!», «руки по швам!», докладывал о цели своего посещения.

В общем, была создана довольно громоздкая бюрократическая структура, поглощавшая огромные средства.

В середине пятидесятых годов, в связи с расформированием Главзолото, Геологическая экспедиция Главка была передана институту НИГРИзолото, редакционно-издательская группа также была переведена в штат этого института.

До моего прихода в институт издательской деятельностью занимался Г.П.Воларович; он же был ответственным секретарем редколлегии.

Когда я приступил к работе, он охотно передал мне издательские дела. Это была тощая папка, в которой находились две брошюры и список рецензентов и редакторов. Наследство было довольно скромное. Факти-

чески редакционно-издательскую работу пришлось начинать с нуля.

Сначала в моем штате была одна машинистка. В то время нам удавалось издавать лишь «Сборники материалов по геологии золота и платины», а также небольшие брошюры служебного характера. По мере расширения тематики института и увеличения штатов НИГРИЗолото стал головным отраслевым геологическим институтом. Возросло количество его публикаций. Наряду со сборниками статей научных сотрудников стали издавать монографии и методические работы. Это вызвало необходимость увеличения штата редакционно-издательской группы. Были привлечены геологи Егизаров Н.Г., старший лаборант Медведева В.И.

Естественно, этих работников надо было в кратчайшие сроки обучить новой для них профессии. Эту нелегкую проблему мне удалось успешно решить благодаря тому, что до войны я приобрел опыт редакционно-издательской работы в ряде государственных издательств (Стройиздат, Социально-экономическое издательство, Госвоениздат, Госполитиздат), где редактировал книги. Кроме того, я учился в первом МГУ на факультете Литературы и искусств, а в середине тридцатых годов окончил Редакционно-издательский институт ОГИЗа. Имел опыт работы литературного и издательского редактора, техреда и корректора. Это помогло мне наладить в ЦНИГРИ издание таких публикаций, как сборники статей, монографии, методические книги и брошюры для служебного пользования, не прибегая к помощи государственных издательств.

Сложность работы заключалась в том, что в нашем штате не было ни корректора, ни техреда, ни выпускающего. Эти нелегкие обязанности выполняли редакторы, а также наш полиграфист М.Г.Поляков.

Пока институт находился в системе Главзолото МВД СССР, наши заказы выполняла типография МВД, которая часто издавала наши книги на своей печатной бумаге. Труднее стало работать, когда институт был передан в систему Министерства геологии СССР.

В то время решением ЦК КПСС типографии прикреплялись только к крупным издательствам, а отраслевые институты были лишены полиграфической базы. Правда,

изводительность была весьма незначительной: печатались лишь небольшого объема материалы служебного характера.

Когда ЦНИГРИ стал головным институтом, ему разрешалось типографским способом издавать свои научные труды, но типографией нас не обеспечивали. Геологическая служба имела лишь одно издательство, именовавшееся сначала «Госгеолиздат», а затем «Недра». Однако это издательство не имело достаточной базы, чтобы обеспечить потребности всех отраслевых институтов в издании своих книг. Были установлены жесткие лимиты для каждого института, их хватило лишь для издания двух книг. А нам требовалось пять-шесть.

В нашей группе был опытный полиграфист М.Г.Поляков, имевший связи с некоторыми типографиями. Благодаря его усилиям нам удавалось издавать много книг — монографий и сборников «Труды ЦНИГРИ».

Рецензирование и научное редактирование издаваемых книг осуществляли ведущие сотрудники института бесплатно, на добровольных началах; они выполняли большой объем работ за счет своего отдыха, выходных дней, оказывая большую помощь институту по изданию своих книг.

Мы считали необходимым привлекать внештатных рецензентов для обеспечения более объективной оценки статей, сборников, монографий. Этого правила придерживаются все государственные издательства.

В «Трудах ЦНИГРИ» печатались работы не только наших сотрудников. В ряде случаев мы публиковали исследования авторов «со стороны», представляющие большой интерес. Так, например, в одном из наших сборников была напечатана кандидатская диссертация геолога Н.А.Шило, впоследствии академика АН СССР и Героя Социалистического труда. Присылал нам для опубликования статьи и известный геолог Ю.А.Билибин.

Считаю необходимым упомянуть хотя бы некоторых ведущих научных сотрудников НИГРИЗолото-ЦНИГРИ, внесших большой вклад в развитие издательской деятельности института. Они не только бесплатно, за счет своего свободного времени, осуществляли рецензирование и научное редактирование сборников, статей, монографий, но и сами писали статьи, а некоторые из них

Г.П.Воларович, М.Б.Бородаевская, Н.И.Бородаевский, М.Н.Годлевский, Е.Т.Шаталов, Н.В.Петровская, С.Д.Шер, Б.И.Прокопчук, В.Н.Седова, Ю.П.Казакевич, А.И.Кривцов, Д.И.Горжевский, Н.Ф.Седашева, В.А.Сипягин, М.Г.Клименко и многие другие.

За время работы небольшой издательской группы удалось выпустить в свет типографским способом многочисленные труды (свыше 120) — сборники статей, монографии, книги методического характера, много брошюр для служебного пользования.

Нередко мы получали письма от геологов не только нашей страны, но и из зарубежных стран — США, Великобритании, Франции и др. с просьбой выслать наложенным платежом ту или иную книгу. К сожалению, как правило, выполнить эти просьбы мы не могли, так как это нам не разрешал Главлит.

Приходится сожалеть о том, что отдел снабжения, а также дирекция института относились к редакционной группе как к второстепенному подразделению. Прежде всего это выражалось в том, что группа не была обеспечена помещением, пригодным для редакционной работы. Где только нам не приходилось работать — в подвалах, из которых один находился далеко от института (Николо-Ямской переулок, близ Курского вокзала); в комнате месткома, в которой любезно приютил нас А.А.Соловьев; в пристройке во дворе, в пяти метрах от шумного трамвая, причем в темной комнате. Мало

заботились наши снабженцы об обеспечении издания наших книг бумагой и другими материалами.

Другой, не менее сложной, проблемой была печатная бумага, которую снабженческие органы не давали институту. Она распределялась Управлением ЦК КПСС. Ее получали лишь государственные издательства, АН СССР и ее филиалы. Головные отраслевые научно-исследовательские институты были вынуждены печатать свои книги на бумаге, которую снабженческие органы отпускали институту для отчетов и текущей переписки. Иногда приходилось печатать книги и на оберточной бумаге.

Серьезным тормозом в издательской деятельности института была цензура. Цензоры Горлита, Главлита, как правило, плохо разбирались в нашей тематике, были некомпетентны; с ними приходилось все время конфликтовать; нередко они накладывали вето на рукописи, не содержавшие никаких секретов, отвечавшие всем требованиям инструкций Главлита.

Часто приходилось обращаться к высшим чиновникам Главлита, доказывать необоснованность требований цензора, чтобы иметь возможность выпустить книгу с наиболее полной информацией.

Хотя я уже давно пенсионер, мое многолетнее сотрудничество с научными работниками НИГРИЗолото-ЦНИГРИ надолго сохранится в моей памяти.

© Г. П. Воларович, 1995

## О ГЕОЛОГАХ ЦНИГРИ (НИГРИЗолото), ИЗУЧАВШИХ ЗОЛОТЫЕ РОССЫПИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Г. П. ВОЛАРОВИЧ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

1935 год. Целые сутки сеется противный сентябрьский дождь. Мы едем несколько часов верхами в поселок Верхний Мын, где размещалось приисковое управление «Амурзолото». Нас четверо — главный инженер и главный геолог Мынского Управле-

ния, научный сотрудник треста «Золоторазведка» В.К.Флеров и я (Г.П.Воларович — сотрудник Дальневосточного филиала АН СССР). В поселке жили мы все вместе в обширном доме. Промокнув до нитки, я быстро переоделся и вышел в прихожую.



Там стоял В.К.Флеров в набухшем брезентовом плаще. Под ним натекла большая лужа. Он не мог расстегнуть на плаще пуговицы. Мои попытки также ни к чему не привели. Тогда я острым ножом одним махом срезал все пуговицы и освободил Флерова от мокрой одежды. Так мы познакомились и подружились с Валерием Константиновичем Флеровым — основателем россыпного направления в НИГРИзолото-ЦНИГРИ. Он был настоящий интеллигент, разносторонне образованный, скромный, доброжелательный. Россыпи он знал отлично. Им создано первое руководство по эксплуатационной геологии россыпных месторождений золота. В начале Великой Отечественной войны В.К.Флеров ушел в Народное ополчение и через 2 месяца погиб под Москвой.

В середине 40-х годов в Приамурье экспедиция НИГРИзолото исследовала россыпи Зея-Буреинского амфитеатра. В Октябрьском районе, покрытом обширными марьями, разрабатывались богатейшие россыпи давшие более 150 тонн золота.

Ходить по марьям летом одно мученье. Начальник экспедиции А.З.Лазарев, применив впервые в институте дешифрирование аэрофотоснимков, существенно облегчил труд геоморфологов. В экспедиции их было трое: М.В.Пиотровский, А.А.Макарова и А.И.Дубинчик. Основной идейной и физической силой был Михаил Владимирович Пиотровский — худощавый, длинноногий человек, вечный искатель и вольнодумец. Им была составлена оригинальная детальная геоморфологическая карта россыпей Октябрьского узла на основе использования дешифрирования снимков, данных разведки и эксплуатации. В последующем он изучал отдельные прииски Нижнего Амура, продолжая использовать аэрофотоснимки. На них по характеру проявления растительности М.В.Пиотровский сумел очертить контуры геологических блоков и амплитуды их вертикальных перемещений. Таким методом он наметил положение погребенных россыпей золота, в частности, Диб-биранского узла. К сожалению, за свое вольнодумство он был отчислен из института.

Более 10 лет, начиная с 1955 года, сотрудники ЦНИГРИ (НИГРИзолото) исследовали ведущие золотоносные районы Дальнего Востока. Они одновременно занимались

россыпями и коренными месторождениями. Общим руководителем был Г.П.Воларович. Россыпи изучали А.И.Григорьева, М.В.Пиотровский, С.С.Николаев, А.А.Сапрыкин, Ф.А.Шохор.

Антонина Ивановна Григорьева со свойственной ей пунктуальностью раскопала в архивах Колчанского, Херпучинского и Удильского приисковых управлений полные сведения о добыче и геологоразведочных работах на россыпях. Это дало возможность обнаружить большие резервы россыпного золота. Но тогда были трудные времена для золотой промышленности, которую Н.С.Хрущев загнал в финансовый тупик. Поэтому данные А.И.Григорьевой были использованы только 10—15 лет спустя.

Красивая изящная брюнетка Фрида Анатольевна Шохор, кроме участия в составлении карт золотоносности Нижнего Амура, выполнила титаническую работу по опробованию делювия золоторудных полей. Она только с одним техником перетаскала на своей спине со склонов несколько десятков десятикилограммовых проб и промыла их до «серого» шлиха в ручьях у подножья сопки. Обогащители института помогли ей выделить из проб тонкодисперсное золото, содержание которого вполне обеспечивало наличие ореолов, выявляемых спектрозолотометрической съемкой. В целом исследованиями Ф.А.Шохор было разрушено представление о преобладающем значении солевых ореолов золота на рудных полях.

Многие золотороссыпные районы Дальнего Востока обследовал геоморфолог Сергей Сергеевич Николаев. Этот среднего роста поджарый человек обладал исключительной физической силой и выдающимся умом. В россыпях каждого района он обнаруживал чего-нибудь новое, необычное. Например, на юге Приморья, в бухте Тиханьго предугадал продолжение аллювиальной россыпи на расстоянии 1,5 км под дном моря, а в шлихах из делювия Белой Горы Нижнего Амура нашел редкие гексагональные кристаллы золота. Особенно плодотворны его исследования для Софийского прииска в верховьях р.Ниман. С.С.Николаев доказал наличие трех уровней террасовых россыпей в долинах рек Агда-Олга, а также большие перспективы речных долин для дражной добычи. За год до его работ Софий-

ский прииск был законсервирован. Через несколько же лет там функционировали три драги и две гидравлики, давая ежегодно более 1 т золота. Прииск живет и сейчас. А вот талантливый ученый повесился в припадке безумия 20 лет тому назад. У него было с чего сходить с ума. Ведь кроме всего прочего, С.С.Николаев предложил гипотезу, объясняющую деформацию Земли под воздействием сил тяготения Галактики, Солнечной системы и Луны. Намного позднее известные астрономы и тектонофизики стали учитывать эти факторы.

Одним из лучших знатоков россыпей золота страны и, в частности, Дальнего Востока является теперь Александр Александрович Сапрыкин. Уже многие годы, творчески экспертируя прогнозные ресурсы россыпного золота, он использует историю золотодобычи России. Им составлены весьма информативные геоморфологические карты россыпной золотоносности Приамурья, расклассифицированы по возрастному и морфологическому принципу многочисленные россыпи, оценены их практические возможности. Обладая аналитическим мышлением и ювелирным умением составлять карты россыпей, А.А.Сапрыкин не любит писать. По своей широкой эрудиции и разносторонним знаниям он уже давно доктор геолого-минералогических наук.

Описывая неординарные случаи из характеристики россыпей золота Дальнего Востока, надо сказать, что крупные самородки для них не типичны. Однако сотрудник

ЦНИГРИ Измаил Сергеевич Чанышев имел счастье держать в руках 5—7-килограммовые самородки из россыпи р.Гарь центральной части Приамурья. Эти уникальные самородки найдены в бортовой части плотика россыпи, который сложен серпентинизированными ультрабазитами, казалось бы, совершенно несвойственными для локализации золотого оруденения. Свои глубокие геологические знания и большой практический опыт И.С.Чанышев успешно применяет при оценке минерально-сырьевой базы страны. Он активно участвовал в составлении многолетней программы геологоразведочных работ и увеличения добычи золота из россыпей Приамурья.

Свою лепту в изучение и оценку россыпей Приморья и Приамурья внес также Г.П.Воларович, будучи многие годы куратором по золоту Министерства геологии СССР. Еще в 1948 году им впервые оценены прогнозные ресурсы россыпного золота Приамурья в 700 тонн. В то время эта цифра казалась несуразно большой. Однако за истекшие 45 лет большая часть этих прогнозов реализована.

Придавая основное значение аллювиальным россыпям, он в своей статье, характеризуя все возможные типы россыпей Дальнего Востока, описал морскую россыпь бухты Наездник острова Аскольд. Эта небольшая россыпь замечательна тем, что, гуляя по берегу моря, можно легко находить хорошо окатанную гальку кварца с видимым золотом. Мне не известны другие подобные случаи ни в России, ни в других странах.

© И. Н. Засухин, 1995

## ЛЮДИ РАДИ ЛЮДЕЙ!

И. Н. ЗАСУХИН (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Основатель работ по охране труда в ЦНИГРИ, бывшем «НИГРИзолото», Владимир Александрович Сипягин говорил: «Я буду считать свою жизнь прожитой не зря, если спасу хотя бы несколько человек». И он спас, и не нескольких, а многих.

В 1945 г. в институте была создана лаборатория борьбы с рудничной пылью, которую и возглавил В.А.Сипягин. В те военные и послевоенные годы страна нуждалась не только в металле, угле, зерне, но и в валютных запасах, позволявших ей заку-

пять недостающее. А основной валютой в то время являлось золото, добываемое как из россыпей, так и на подземных рудниках из пород, содержащих большое количество кварца. В то время бурение проводилось «всухую», и горняки, работая в таких условиях, очень быстро заболевали силикозом, тяжелейшей болезнью легких, от которой нередко через 6—12 месяцев наступала смерть. Нужно было принимать срочные меры! В.А.Сипягин, поддержанный академиком А.А.Скочинским, с группой сотрудников (Е.И.Чернова, Н.Е.Вараксин, А.Ф.Сачков) развернул работы по исследованию свойств силикозоопасной пыли, разработке приборов для контроля количественных и качественных ее характеристик. Одновременно были созданы эффективные средства индивидуальной защиты от пыли — противопылевые респираторы РН-9, РН-16, РН-19, РН-21 и в 1961 г. РПЦ22 (В.А.Сипягин, Е.И.Чернова, В.В.Гречушкин, И.Н.Засухин). На всех рудниках, опасных по силикозу, были организованы пыле-вентиляционные службы, разработка и оснащение их необходимой измерительной аппаратурой, обучение специалистов. Наибольшие успехи в борьбе с пылью были связаны с внедрением промывки шпуров при бурении и применением воды на всех стадиях технологических процессов добычи полезного ископаемого (В.Н.Вараксин, А.Г.Титова, А.И.Лифанов). Параллельно велись работы по созданию методов и технических средств сухого пылеулавливания для тех предприятий, где применение воды было затруднено из-за низких температур (А.Ф.Сачков, И.В.Аллагулов и др.). Комплекс выполненных и внедренных разработок позволил снизить запыленность воздуха на рудниках бывшего Минцветмета СССР и на многих предприятиях довести ее до санитарных норм. В связи с переходом в 1960 г. института в систему Комитета геологии были развернуты работы в области вентиляции и борьбы с пылью на горно-разведочных работах. Были разработаны методы расчета и способы проветривания горно-разведочных выработок, как правило, не имеющих вторых выходов на поверхность, методы выбора вентиляторов и трубопроводов (В.А.Сипягин, А.Ф.Сачков, П.Э.Фельтгейм, А.Г.Титова и др.). В этот же период были

начаты исследования по принципиально новому направлению в области вентиляции — созданию методов и средств автоматизированного контроля и управления рудничным проветриванием (В.А.Сипягин, Е.И.Чернова, Б.В.Хронин, И.Н.Зухин, В.М.Поляков, В.В.Гречушкин).

Исследования и проектно-конструкторские изыскания завершились в 1975 г. внедрением на дегтярском руднике, впервые в отечественной и зарубежной практике, автоматизированной системы контроля и управления проветриванием. Она включала в себя центральную диспетчерскую с пультами контроля и управления, пятьдесят точек контроля распределения воздуха, более 10 регулирующих устройств линий передачи информации. Помимо улучшения условий труда, система обеспечила окупаемость затрат на ее создание в течение 4—5 лет (И.Н.Засухин, В.В.Гречушкин, Б.В.Хронин, В.Г.Бернадский, Е.И.Чернова).

В 1976 г. в целях усиления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по охране труда и технике безопасности при геологоразведочных работах, комплексного изучения технических и организационных причин травматизма, разработки и внедрения на этой основе эффективных мер и технических средств по улучшению условий труда и предотвращению несчастных случаев, а также координации всех научно-исследовательских, опытно-конструкторских и тематических работ по охране труда и технике безопасности в ЦНИГРИ был создан отдел методов и средств охраны труда и техники безопасности в составе трех лабораторий: эргономических исследований, техники безопасности, вентиляции и борьбы с пылью на горно-разведочных работах. Руководителем отдела был назначен кандидат технических наук И.Н.Засухин. ЦНИГРИ был определен головной организацией в отрасли по охране труда и технике безопасности. Лабораторией техники безопасности начал проводиться систематический анализ смертельного травматизма в геологоразведочных организациях. Ежегодно стал выпускаться бюллетень «Травматизм в геологии», а также специализированные бюллетени совместно с родственными организациями по отдельным видам работ. Всего за период с 1976 по 1994 г. выпущено

35 бюллетеней общим объемом более 80 печатных листов. Бюллетени содержали эффективные рекомендации по профилактике травматизма, меры по его предупреждению (С.В.Романов, Е.И.Чернова, Ю.Б.Богачев, М.И.Бычков, И.Н.Засухин, Ю.А.Евтисов и др.).

Интересные исследования выполнялись лабораторией эргономики по созданию методов и средств оценки тяжести труда работников, занятых на тяжелых работах (бурение шпуров, погрузка, монтаж оборудования), позволяющие построить рациональные режимы труда и отдыха, снизить вероятность травматизма (В.Г.Бернадский, В.П.Булыгин, С.С.Савватеева и др.). На базе этих исследований удалось создать оригинальную портативную компьютерную систему для оценки функционального состояния работников, занятых на травмоопасных операциях и методике ее применения. Внедрение этой установки в ряде организаций обеспечило снижение вероятности травмирования при выполнении сложных видов работ (И.Н.Засухин, В.Г.Бернадский, Б.А.Фомин, В.П.Булыгин).

В области вентиляции и борьбы с пылью на горноразведочных работах был создан целый комплекс нормативно-методических и инструктивных документов, позволивший обеспечить эффективное проектирование вентиляционных систем и обеспечить необходимым количеством воздуха рабочие зоны (П.Э.Фельтгейм, А.Ф.Сачков, Ю.Б.Богачев, С.Б.Саркисян и др.). С 1982 по 1992 г. был создан ряд оригинальных приборов для непрерывного экспрессного контроля за состоянием вентиляционных систем — «Поток», «Циклон», «Вихрь», «Буран». Портативный термоанемометр «Поток» позволил сократить время измерения скорости движения воздуха в трубопроводе в каждой точке в 10—12 раз по сравнению с традиционными способами (И.Н.Засухин, В.Г.Бернадский, В.В.Гречушкин).

Основным направлением деятельности отдела по профилактике травматизма являлась разработка эффективных системных методов организации работ по обеспечению безопасных условий труда, а затем и системных методов управления охраной труда. В 1978 г. отделом была разработана и до 1987 года функционировала в отрасли «Типовая система обеспечения безопасных условий труда в организациях и на предприятиях Министерства геологии СССР» (И.Н.Засухин, Н.Н.Ти-

щенко). С этого момента работа в отрасли по охране труда была поставлена на системную основу. Серьезным продвижением вперед в этом направлении была разработка методов количественной оценки травмоопасности нарушений, базирующихся на теории вероятности и позволивших перейти от качественных методов оценки к количественным (С.В.Романов, В.А.Шелягин). На основе новых подходов к управлению геологоразведочными организациями и количественных методов оценки уровня риска в 1988 году ЦНИГРИ совместно с ВИТРОм и специалистами бывшего Мингео СССР была разработана принципиально новая Система управления охраной труда в организациях и на предприятиях министерства геологии СССР (СУОТ), содержащая элементы экономического воздействия на процесс управления охраной труда (И.Н.Засухин, В.В.Куприянов, В.А.Шелягин и др.). В этот же период была проделана трудоемкая и кропотливая работа по выпуску двух новых редакций «Правил безопасности на геологоразведочных работах» (1978 г. и 1990 г.).

Перевод народного хозяйства на рыночные отношения вызвал к жизни необходимость разработки новой системы управления охраной труда, базирующейся на новых законах Российской Федерации, международных конвенциях о труде, Законе о недрах, новых условиях хозяйствования (И.Н.Засухин, В.А.Шелягин).

В качестве учебного сопровождения системы ВИТР создан пакет контролирующих обучающих компьютерных программ по СУОТ и основным видам геологоразведочных работ (В.А.Шелягин, И.Н.Засухин). Выполненные отделом методические и технические разработки за период с 1978 г. по 1989 г. способствовали снижению травматизма, сохранению многих и многих жизней людей и их здоровья. Сегодня перед отделом охраны труда и техники безопасности ЦНИГРИ стоят новые сложные задачи формирования новой нормативно-методической базы охраны труда, учитывающей новые условия недропользования и экономические условия хозяйствования геологических предприятий, разработки и реализации эффективной научно-технической программы по охране труда на ближайшую и отдаленную перспективу.

© И. Н. Засухин, В. Г. Бернадский, 1995

## ПОТОКИ, ВИХРИ, БУРАНЫ...

И. Н. ЗАСУХИН, В. Г. БЕРНАДСКИЙ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

С середины 80-х годов объем горно-разведочных работ с каждым годом увеличивался. При этом совершенствовалась технология ведения горных работ, повышалась степень их концентрации, применялась более современная горнопроходческая техника. Все это привело к интенсификации ведения горнопроходческих работ и, как следствие, к увеличению загрязнения воздуха в подземных выработках.

В этих условиях важное значение приобрело обеспечение благоприятными и безопасными условиями труда рабочих, занятых на подземных работах. Разнообразие природных и горно-геологических условий, специфика проведения горноразведочных работ (удаленность объектов разведки, сложность снабжения электроэнергией, технология ведения работ и т.д.) усложняет решение поставленной задачи. Одним из важнейших условий обеспечения благоприятных условий труда рабочих подземных выработок является хорошо налаженная вентиляция. Проветривание подземных горноразведочных выработок осуществляется путем подачи свежего воздуха к рабочим местам или отвода загрязненного воздуха от рабочих мест по трубопроводам. От того, как спроектирована система вентиляции, какое используется оборудование и как осуществляется контроль за этим процессом, зависит жизнь и здоровье горнорабочих.

На эффективность работы вентиляции влияют потери воздуха, вызываемые нарушением целостности трубопроводов (некачественная их сборка из-за неплотности стыков, увеличивающихся в процессе функционирования трубопровода в результате вибрации, ослабление крепления, усыхания прокладок и т.п., и различные повреждения), неправильный подбор вентиляторов и мест их установки, несоответствие друг другу типов вентиляторов и труб.

Обнаружение явных неисправностей в вентиляционной системе в большинстве случаев происходит при визуальном осмотре

горным надзором вентиляционных трубопроводов. Регулярный контроль за расходом воздуха в трубопроводах практически не осуществляется из-за сложности и неудобства проведения замеров с помощью существующих технических средств (крыльчатые анемометры, напорные трубки с микроманометром). Сбор информации, обработка и использование ее результатов осуществляется вручную и не всегда достаточно квалифицированно. Между сбором информации и осуществлением мер по устранению неисправностей проходит длительное время. Субъективизм при производстве измерений и принятии решений, их несвоевременность приводят к тому, что в течение длительного периода времени состояние проветривания оказывается неудовлетворительным, а затраты по его улучшению не окупаются полностью.

В 1978 году перед группой сотрудников отдела (И.Н.Засухин, В.Г.Бернадский, В.В.Гречушкин и др.) была поставлена задача создания портативного инспекторского прибора для экспрессного измерения количества воздуха, проходящего по вентиляционному трубопроводу в условиях подземных горноразведочных выработок. При разработке такого прибора был проведен анализ существующих средств, основанных на различных методах измерения и принципах действия. Анализ показал, что для условий подземных горноразведочных выработок наиболее целесообразным для измерения скорости движения (расхода) воздуха является использование двух методов: метода, основанного на измерении кинетической энергии воздушного потока, и термоанемометрического метода. В первом случае используются устройства, работающие на принципе измерения динамического давления воздушного потока, т.е. различного вида напорные трубки, основным преимуществом которых являются простота конструкции и малые габариты первичных преобразователей, а недо-

статками — неудобство в эксплуатации, громоздкость вторичных преобразователей. Второй метод основан на использовании устройств, измеряющих тепловую энергию, уносимую воздушным потоком от нагретого тела (различного вида термоанемометры). Для этих устройств преимуществами являются портативность, простота в обслуживании, а недостатками — влияние температуры окружающей среды, значительная нелинейность выходной характеристики в заданном диапазоне измерения.

Для решения поставленной задачи работчики обосновали идею объединения положительных качеств названных методов в комбинированном устройстве, в котором воспринимающим блоком осталась напорная трубка, а вторичным преобразователем — термоанемометр.

Для компенсации изменений температуры окружающей среды на показания термоанемометра был использован второй аналогичный чувствительный элемент, установленный вне зоны движения воздуха, и первичный преобразователь с коэффициентами передачи сигнала, равными отношению соответствующих электрических параметров чувствительных элементов, характеризующихся заданным режимом работы. Линеаризацию выходной характеристики удалось достигнуть за счет использования на напорных трубках конусных насадок и применения в рабочих камерах байпасных каналов с жиклерами, что позволило разбить весь диапазон измерения на несколько поддиапазонов.

В результате была разработана конструкция и изготовлены опытные образцы комбинированного преобразователя расхода воздуха (КПРВ) в вентиляционных трубопроводах подземных горноразведочных выработок, позволяющего в 10—12 раз сократить время производства измерений. Прибор состоит из приемного устройства и электронного блока. Производственные испытания опытных образцов КПРВ в условиях Зармитанской ПГРЭ ПГО «Самаркандгеология», Восточно-Куряминской ГРЭ объединения «Ташкентгеология», Кайракумской ГРЭ Мингео Таджикской ССР и Дегтярского рудоуправления бывшего Минцветмета СССР,

проведенные в 1980—1982 гг., показали их хорошую работоспособность и удобство в эксплуатации. Более 15 приборов было передано для работы в геологические организации.

С 1983 г. проводились работы по совершенствованию и расширению функциональных возможностей прибора КПРВ. На его основе был создан ряд портативных инспекторских приборов под общим названием «Поток».

Так термоанемометр «Поток-2» позволяет помимо измерения скорости движения воздуха в вентиляционном трубопроводе измерять скорость движения воздуха в горных выработках и содержит два приемных устройства.

Термоанемометр «Поток-3» от термоанемометра «Поток-2» отличается наличием третьего приемного устройства и обеспечивает дополнительно измерение скорости движения воздуха не только в горных выработках, но и в производственных помещениях, в труднодоступных зонах промышленных объектов, в системах воздушного охлаждения электронной аппаратуры и макетов энергетических блоков, в газоходах и дымоходах химических производств и на объектах других отраслей промышленности.

Термоанемометр «Поток-10», помимо измерения скорости движения воздуха, позволяет измерять его температуру и статическое давление воздуха в вентиляционных трубопроводах, а термоанемометр «Поток-12» — еще и относительную влажность воздуха (рис. 1).

Во всех конструкциях приборов типа «Поток» использован модульный принцип построения, а сам прибор состоит из электронного блока и одного или нескольких приемных устройств.

В общем виде электронный блок может состоять из первичного, аналогового и выходного преобразователей, источника питания, показывающей головки или цифрового индикатора, а приемное устройство содержит различного вида насадки, воспринимающие головки, рабочую камеру с чувствительными элементами. В зависимости от назначения прибора и условий эксплуатации эти узлы собираются в ту или иную конструкцию и комплектуются в различных комбинациях.

Опытные образцы приборов типа «По-

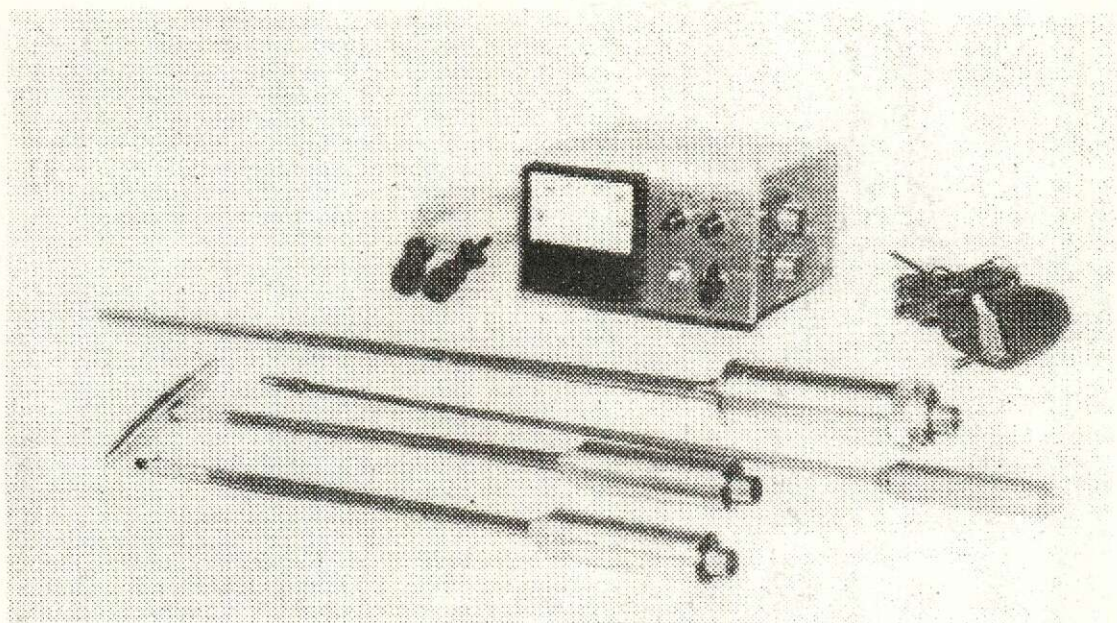


Рис. 1. Термоанемометр «Поток-12».

ток» прошли приемочные испытания и многократно испытаны в производственных условиях. Испытания приборов типа «Поток» показали их хорошую работоспособность, удобство при проведении измерений и возможность применения для оперативного обследования состояния вентиляционных систем различного назначения и оценки микроклимата рабочих зон. Так, с помощью приборов этого типа можно оперативно определять воздухопроницаемость и, соответственно, качество сборки вентиляционных трубопроводов; оценивать количество воздуха, поступающего в рабочие зоны при рассредоточенной установке вентиляторов в трубопроводе, на этой основе корректировать их расположение; оценивать аэродинамическое сопротивление трубопроводов, определять места утечек и притечек воздуха в трубопроводе, оценивать условия труда на объектах различного назначения.

Помимо портативных приборов типа «Поток» на этом же принципе действия разработаны стационарные приборы типа

«Вихрь», «Циклон» и «Буран» для работы в автоматизированных системах управления вентиляцией подземных горных выработок и промышленных объектов.

Прибор «Вихрь» предназначен для непрерывного измерения скорости (расхода) воздуха в вентиляционных трубопроводах подземных выработок, а также может быть использован в газоходах различного назначения.

Прибор «Циклон» предназначен для непрерывного измерения скорости (расхода) и определения направления движения воздуха в подземных горных выработках, воздуховодах большого диаметра и тоннелях.

Оригинальный принцип измерения динамического (скорость, расход воздуха) и статического давления загрязненных и высокотемпературных воздушных потоков использован в приборе «Буран» (рис. 2), который в комплекте с воспринимающим устройством, проектируемым и изготавливаемым применительно к конкретным газо(дымо)ходам, составляет аппаратуру, используемую в различных системах. Это может



Рис. 2. Прибор «Буран».

быть система управления вентиляторами главного проветривания шахт и рудников, система контроля за выбросами и экологического мониторинга воздушной среды, система управления проветриванием объектов различного назначения, система оптимизации производственного процесса, где используется воздух в качестве основного компонента.

Оригинальность принципа измерения заключается в подаче чистого воздуха комнатной температуры в каналы рабочей камеры. В точках измерения с разрежением это обеспечивается созданием подсосов воздуха через фильтры, а в точках с избыточным давлением — с помощью микрокомпрессо-

ров или использованием линии сжатого воздуха.

По всем техническим разработкам указанных приборов было получено около 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

В настоящее время всем заинтересованным организациям ЦНИГРИ может предложить изготовление приборов типа «Поток», «Вихрь», «Циклон» и «Буран», их модернизацию в соответствии с техническими требованиями и условиями эксплуатации, услуги по предпроектному обследованию объектов, на которых предполагается использование приборов, инженеринговые услуги, обучение.



© В. И. Зеленов, 1995

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУД — ТРУДНОЕ, НО УВЛЕКАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

В. И. ЗЕЛЕНОВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Многие люди, даже хорошо знакомые с техникой, имеют весьма смутные представления о том, как в наши дни извлекают золото из руд. При разговоре об этом они в первую очередь вспоминают страницы книг Джека Лондона, где описаны колоритные фигуры золотоискателей с лотком в мускулистых руках и ружьем за плечами.

Для извлечения золота из руд в настоящее время в мире работают сотни фабрик с использованием разнообразных и очень сложных технологий, разработанных на основе достижений ряда фундаментальных и технических наук — химии, физики, обогащения, металлургии, гидродинамики и даже микробиологии. Эти технологии включают, чаще в различных сочетаниях, такие способы обогащения руд и извлечения золота, как радиометрическая сортировка (фотометрическая и рентгенорадиометрическая), гравитационные способы (с использованием не менее десятка различных аппаратов — отсадочных машин, концентрационных столов, трубных концентратов, шлюзов и др.), магнитная сепарация, флотация (коллективная, селективная, пенная сепарация), цианирование (сорбционное, кучное выщелачивание и другие разновидности), амальгамация, плавка. Кроме перечисленных основных способов, технологии включают многочисленные подготовительные операции — дробление, измельчение, классификацию, сгущение, фильтрование, сушку, обжиг, агломерацию и др.

В чем же причины такой сложности технологий извлечения рудного золота? Ведь другие металлы получают по сравнительно простым технологиям: медь, свинец, цинк — флотацией с последующей плавкой концентратов, уран — выщелачиванием непосредственно из руд, железо — магнито-гравитационным обогащением и плавкой концентрата.

Причина — в великом многообразии

свойств частиц рудного золота и относительно низком содержании его в рудах.

Действительно, частицы золота в рудах и даже в одной руде существенно различны по величине, форме, составу, структуре, состоянию поверхности, связи с другими минералами. Наряду с крупным золотом (крупнее 0,07 мм) и самородками в рудах есть так называемое тонкодисперсное золото (мельче 0,001 мм), включая коллоидное. Разглядывая золотые частицы под микроскопом, нельзя не удивляться причудливости их формы и не любоваться ими: округлые зерна, правильные кристаллы, палочки, лепестки, ажурные веточки! Доля золота в рудных частицах этого металла может составлять и 90, и 50 %; природа внесла в них много примесей — помимо родного золоту серебра, присутствуют медь, свинец, висмут, железо, теллур, мышьяк и другие элементы. Наряду с монолитными плотными частицами в рудах встречаются пористые, как морские губки. Не все частицы золота радуют благородным блеском: некоторые покрыты черными окислами марганца, рыжими окислами железа и другими минеральными образованиями. При измельчении руд наиболее крупные частицы золота освобождаются от связи с рудным материалом, мелкие вскрываются, но частично, оставаясь в сростках с другими минералами, а тонкодисперсное золото обычно остается заключенным в арсенипирит, пирит, халькопирит и другие минералы.

Естественно, технологические свойства таких разных частиц золота различны, поэтому для их извлечения и приходится использовать сложные комбинированные технологии.

Содержание золота в перерабатываемых сейчас рудах составляет 1—5 г/т, редко выше. Это в две тысячи раз меньше содержания меди в обычных медных рудах! На одну среднюю по величине частицу золота при

таком содержании приходится 2,5 млн. таких же частиц пустой породы. Иголка в стог сена! Нелегко среди 2,5 млн. частиц разыскать единственную, ухватить ее каким-то способом и извлечь!

В 1949 г., будучи студентом Московского института цветных металлов и золота, я под руководством И.Н.Плаксина и М.Д.Ивановского выполнил первое свое исследование, посвященное сорбции золота из цианистого раствора активированным углем. И вот уже более 46 лет служу «желтому дьяволу». Причем 44 года в ЦНИГРИ. Служу с увлечением.

В эти годы происходило бурное развитие всей отечественной золотодобывающей промышленности, включая и технологию переработки руд. Созданы новые способы извлечение золота и новое оборудование. Синтезированы новые реагенты. Разработаны и освоены технологии переработки руд новых типов. Коренным образом модернизированы старые фабрики, построены новые — Тасевская, Лебединская, Куранахская, Карамкенская, Араратская, Ангренская, Мурунтауская, Омсукчанская и другие.

Немалый вклад в развитие технологии переработки золотых и комплексных золотосодержащих руд внесли технологи ЦНИГРИ. В статье описаны некоторые их разработки, наиболее интересные и не потерявшие своего значения до настоящего времени.

Но прежде — о становлении технологической службы в ЦНИГРИ и ее организаторе и многолетнем руководителе Евгении Андреевиче Савари.

Технологи в ЦНИГРИ. Технологи начали работать в ЦНИГРИ почти с момента его организации: в 1936 г. в специальной лаборатории под руководством В.С.Козлова обогащали олово- и золотосодержащие пески. Лаборатория просуществовала недолго, однако в конце войны технологи возродились в составе горных подразделений — здесь работали Д.Я.Одинцов, А.И.Лифшиц, Н.Т.Башенко, Л.П.Бергельсон и др. В 1947 г. специальным постановлением Правительства в институте было создано новое направление работ — научные исследования в области технологии обогащения золотосодержащих руд, песков и металлургии золота; организованы два сектора — обогатительный и металлургический. В 1948 г. в

институт пришел Е.А.Савари и началось бурное развитие технологической службы. Вот лишь некоторые вехи этого развития: 1950 г. — начаты работы по обогащению алмазосодержащего сырья; 1954 г. — тематика технологов расширена за счет работ по технологической оценке редкометалльного сырья; 1955 г. — начала работать лаборатория по обогащению руд цветных металлов; 1959 г. — организован филиал в Чите, включавший лабораторию обогащения; 1963 г. — создано в г.Богородицке Тульской области подразделение технологов с полупромышленной установкой, перебазированное в 1969 г. в Тулу; 1971 г. — в составе Азербайджанского отдела комплексных исследований ЦНИГРИ начала работать лаборатория технологии обогащения и переработки минерального сырья.

Е.А.Савари руководил технологами ЦНИГРИ и его периферийных подразделений до 1980 г. К этому времени технологи Москвы, Тулы и Баку, всего около 300 человек, представляли сплоченный отряд единомышленников, со своим стилем работы, с хорошей лабораторной и полупромышленной базой. Основным методом работы они считали экспериментальные исследования. В лабораториях для изучения вещественного состава и технологических свойств минерального сырья использовали десятки методов, которыми хорошо владели замечательные труженицы — лаборанты В.Г.Белотелова, Н.А.Буганина, Н.Д.Голубева, Н.Н.Казенова, А.И.Куракина, Е.И.Михневич, В.Д.Пашковская, А.И.Перфильева и другие. «Золотым фондом» технологов называл их Е.А.Савари. Многие из них проработали в ЦНИГРИ по 35—40 лет.

Е.А.Савари имел впечатляющую родословную: его прадед (1774—1833), французский генерал, маркиз, был у Наполеона министром полиции. В 1805—1806 гг. находился в России, был доверенным лицом Наполеона при встрече с Александром I. Сохранил верность Наполеону — был одним из немногих, кто пожелал сопровождать его на остров Святой Елены. Во время Французской революции эмигрировал в Россию. Отец — А.Л.Савари (1869—1949), полковник русской армии, военный юрист, после революции 1917 г. преподавал в Военной академии им. Фрунзе; в 1932 г. вышел в

отставку. Дед матери Евгения Андреевича — И.Д.Черский, поляк, за участие в Польском восстании 1863—1864 гг. был сослан в Сибирь, где приобрел известность как ученый-геолог. Работал в Забайкалье и в Якутии.

Е.А.Савари был талантливым организатором и руководителем, мудрым и гибким человеком, хорошо знавшим все ситуации жизни. В течение почти 40 лет работы в ЦНИГРИ он как руководитель (начальник лаборатории, заместитель директора, директор) всегда был на высоте положения. При решении всех вопросов он, в первую очередь, учитывал интересы людей, естественный ход жизни, что в те суровые годы было нелегко и даже небезопасно. Многие сотрудники, в том числе и автор, благодарны ему за помощь и добрые советы.

Е.А.Савари, выпускник Московского института цветных металлов и золота, ученик И.Н.Плаксина, был знающим, широко эрудированным специалистом-технологом. Большой практический опыт он приобрел, работая проектировщиком в институте Гипрозолото, техническим руководителем и начальником двух золотоизвлекательных фабрик и ртутных заводов. В ЦНИГРИ Е.А.Савари безошибочно определял стратегию научных исследований на каждом этапе и активно поддерживал новые направления.

Е.А.Савари владел поэтическим даром и оставил близким ряд проникновенных лирических стихов; он был увлеченным садоводом и пчеловодом и, наконец, самое главное, он отец пятерых детей, и все они, получив образование в различных ВУЗах, стали отличными специалистами.

Е.А.Савари, его род и семья заслуживают отдельного жизнеописания.

Центробежные силы на службе у технологов. Многие процессы в технологии переработки руд протекают с участием силы тяжести. Это и дробление, и грохочение, и измельчение, и сгущение. Но особое значение эта сила имеет в процессах гидравлической классификации и гравитационного обогащения золотосодержащих руд.

До середины пятидесятых годов классификацию измельченных руд на золотоизвлекательных фабриках осуществляли в речных или спиральных классификаторах. Разделение материала в этих аппаратах

происходит под действием силы тяжести: крупные и тяжелые частицы опускаются вниз и удаляются скребковым механизмом или спиралью, а мелкие частицы выносятся водой. Разделение происходит медленно и далеко не полно, так как многие средние по величине частицы в условиях тесноты и слабо упорядоченных потоков «не подчиняются» относительно небольшой силе тяжести. Классификаторы занимали на фабриках большие производственные площади, требовали много хлопот при непредвиденных остановках и в большинстве случаев не обеспечивали получения материала нужной крупности.

В 1954 г. сотрудник ЦНИГРИ Х.А.Курмучин на Балейской фабрике начал работу по замене классификаторов гидроциклонами. В новых аппаратах разделение частиц происходит под действием центробежных сил, в десятки раз превосходящих по величине силу тяжести. Х.А.Кумучин был опытным специалистом и очень энергичным человеком; своим энтузиазмом он увлекал окружающих, и рабочих и инженеров. Работа вокруг него всегда кипела. На фабрике были изготовлены гидроциклоны разного диаметра, испытаны в разных точках технологического процесса и введены в постоянную эксплуатацию. И все это за несколько месяцев!

Гидроциклонами были заменены все классификаторы на второй стадии измельчения, что освободило много производственной площади. Ведь гидроциклон с наносом и зумфом занимает в 20—25 раз меньшую площадь, чем равный по производительности классификатор. На освобожденной площади были установлены новые, более мощные мельницы и производительность Балейской фабрики существенно повысилась. Кроме того, классификация в гидроциклонах позволила получать более мелкий материал (85 % против 70—75 %  $-0,071$  мм), что повысило извлечение золота при последующем цианировании. При переработке на Балейской фабрике руды Тасеевского месторождения только с помощью гидроциклонов удалось получить материал требуемой крупности, а именно 94—96 %  $-0,071$  мм.

После успешного внедрения гидроциклонов на Балейской фабрике эти аппаратуры были быстро освоены на Дарасунской,

Берикульской, Кочкарской и других фабриках. На Березовской фабрике (Урал) гидроциклоны, как производительные и мобильные аппараты, нашли применение и при сооружении хвостовых дамб. В летний сезон 1956 г. с помощью батареи из четырех гидроциклонов диаметром 350 мм была намыта дамба шириной 18 м, высотой 5 м и длиной 430 м. Через гидроциклон пропускали хвосты фабрики: пески шли на формирование дамбы, а слив в хвостохранилище.

При испытании гидроциклонов на Балейской и Дарасунской фабриках была выявлена обогатительная способность их по отношению к свободному золоту и золотосодержащим сульфидам. Однако эта способность у классифицирующих гидроциклонов (с углом конуса  $20^\circ$ ) невелика. Более эффективны в качестве обогатительных аппаратов гидроциклоны с углом конуса  $120^\circ$  и даже  $140^\circ$ , то есть короткоконусные гидроциклоны. После появления таких сведений в зарубежной печати (1966 г.) в ЦНИГРИ было изготовлено несколько модификаций короткоконусных гидроциклонов и проведены систематические лабораторные испытания их на золотосодержащих рудах и песках.

Первые испытания короткоконусного гидроциклона в промышленных условиях проведены в 1968 г. на Конкарской фабрике (Т.М.Калашникова, Р.В.Сиротинский и автор). Новый аппарат, как оказалось, по показателям обогащения близок к концентратному столу, но по производительности на единицу площади превосходит его в 50—60 раз.

Значительные работы по изучению процесса обогащения в короткоконусном гидроциклоне выполнил А.Г.Лопатин. Под его руководством эти аппаратуры были внедрены в производство на Коммунарской и позже на Кочкарской фабриках.

Как показано А.И.Никулиным и Г.В.Сельниковой с сотрудниками, многостадийное гравитационное обогащение по развитым схемам с использованием короткоконусных гидроциклонов и других аппаратов позволяет из некоторых руд извлекать до 80—90% золота, и необходимость в использовании для таких руд флотации или цианирования отпадает. Таким образом, появилась реальная возможность безреагентных, экологически чистых технологий извлече-

ния золота из руд. Такая возможность показана работами ЦНИГРИ на рудах новых месторождений — Каральвеем, Бриндакит и Промежуточное.

В настоящее время при переработке золотосодержащих руд и песков применяют множество аппаратов, работающих с использованием центробежных сил. Еще больше аппаратов предложено. Проблемы извлечения золота всегда привлекали и привлекают сейчас внимание творческих и талантливых людей. Есть много предложений и по усовершенствованию обогатительных гидроциклонов: приданию внутренней поверхности магнитных свойств, оборудование гидроциклонов специальными внутренними лопастями, сообщение гидроциклонам вибраций и другие.

Очевидно, возможности центробежных сил в технологии извлечения золота далеко не исчерпаны.

Развитие технологии флотации золотых и серебросодержащих руд. При переработке золотых руд в России амальгамацию начали применять около 150 лет назад, цианирование — около 100 лет назад, а флотацию — 60 лет. Первая золотоизвлекательная фабрика с флотационной технологией — Берикульская — была пущена в 1935 году. Специалисты по извлечению рудного золота к новому процессу отнеслись настороженно: даже такой ученый, как профессор В.Я.Мостович, определил ему сугубо вспомогательную роль и считал, что «для чисто золотых руд, которые не содержат сульфидов, а лишь свободное золото, флотация непригодна, так как в таких рудах нет веществ, способных давать устойчивую пену» (1932 г.).

Но прошли годы, и флотация заняла прочные позиции на каждой второй золотоизвлекательной фабрике. Технологи ЦНИГРИ (А.А.Шахова, Г.В.Галкин, Г.Л.Чевышева, Р.А.Низамутдинова и др.) внесли существенный вклад в дело внедрения и совершенствования флотации золотых руд. По их предложениям и с их участием флотация освоена на Балейской и Тасеевской фабриках, на Ключевской, Дарасунской, Майкаинской, Коммунарской, Лебединской. Использование флотации снижало себестоимость переработки руд, улучшало экологическую обстановку и позволяло направлять на фабрики более бедные руды.

С помощью флотации решалась проблема комплексного использования руд. Так, под руководством замечательного технолога С.Н.Россовского еще в 1954 г. разработана технология селективной флотации сложной руды Майкаинского месторождения. Внедренная на фабрике технология позволила получать из руды помимо золота четыре кондиционных концентрата - медный, свинцовый, цинковый и баритный. При разработке технологии были решены и вопросы внутризаводского водооборота.

С.Н.Россовский, будучи металлургом по образованию и опыту работы на предприятиях, глубоко познал и обогащение руд благородных, цветных и редких металлов. С особым увлечением он занимался селективной флотацией. Разработанные С.Н.Россовским технологии всегда обеспечивали получение самых качественных концентратов с минимальным их выходом и максимальным извлечением золота и серебра: улучшить его показатели никому не удавалось.

Селективная флотация была внедрена и на Лебединской фабрике, где до этого получали коллективный золото-медный продукт с содержанием меди 2—3 % и без оплаты этого металла отправляли на пирометаллургический завод. Селективная флотация обеспечила получение кондиционного медно-золотого концентрата с содержанием меди 15—17 % и пиритного продукта для цианирования.

Оригинальной разработкой технологов ЦНИГРИ (А.А.Шапиро, З.М.Штринева и автор) явилось флотационное выделение спутников золота — теллура и висмута. Эти элементы в некоторых золотых рудах (Кочкарское, Джеламбетское, Кировское месторождения) присутствуют преимущественно в форме самостоятельных минералов — тетрадимита и висмутитина. Для выделения из кочкарской руды теллура и висмутитина в самостоятельный продукт разработана флотационная схема, предусматривающая коллективную флотацию сульфидов и золота с последующим выделением из коллективного концентрата теллуру-висмутитового продукта. Полученный по такой схеме теллуру-висмутитовый продукт содержал теллура 11 кг/т (в руде 10 г/т) и висмута 3,1 кг/т (в руде 18—20 г/т). Эта работа была выполнена в

1960 г. и, как тогда было принято, опубликована. Спустя три года флотационный теллурувый концентрат стали получать на одной австралийской золотоизвлекательной фабрике, у нас же эта технология пока ждет своего часа.

Для повышения эффективности флотационного обогащения в ЦНИГРИ разработан ряд способов и приемов:

использование в сочетании с ксантогенатом оксигидрильного собирателя, в частности, ветлужского масла, что обеспечивает сокращение расхода ксантогената и улучшает флотацию золота с покрывными образованиями (А.И.Никулин, С.Н.Россовский и др.);

подавление шламов, в том числе углистых, карбоксиметилцеллюлозой или нигрозином, что позволяет сократить выход концентрата в 4—5 раз практически без снижения извлечения золота (С.Н.Россовский, Р.А.Низамутдинова);

обесшламливание руды, обработка реагентами песков и их флотация, смешивание хвостов с шламами и флотация смеси. Этот прием обеспечивает снижение выхода концентрата, сокращение расхода собирателя и повышение извлечения крупного золота и его сростков (Д.И.Недоговоров);

продолжительный контакт (до 30 минут) песковой фракции с собирателем путем интенсивного перемешивания густой пульпы в содовой среде. Происходящая при этом оттирка покровных образований улучшает закрепление собирателя на золоте (С.Н.Россовский).

Использование перечисленных и других приемов при флотации малосульфидных золотых руд позволяет получать хвосты, потери золота с которыми приближаются к потерям с хвостами цианирования.

Еще более эффективными оказывались разработанные в ЦНИГРИ новые способы флотации, нацеленные на извлечение труднофлотируемых в обычных условиях частиц золота и серебра. Это пенная сепарация, флотоотсадка и флотация с применением дополнительных реагентов-собирателей.

Пенная сепарация и флотоотсадка призваны извлекать крупные частицы благородных металлов, а также сростки этих металлов с другими, в том числе нессульфидными минералами. Серьезные исследования

А.П.Грачева выявили возможности этих способов и показали, в частности, что наиболее рационально их применять в сочетании с традиционной флотацией. пенная сепарация впервые в золотодобывающей промышленности была внедрена в 1980 г. на Омсукчанской фабрике, перерабатывающей серебросодержащую руду. Сепарации подвергали руду в голове процесса, получаемый концентрат с выходом 0,9 % содержал серебра 40 кг/т, извлечение серебра 26 %. Последующая флотация повышала извлечение серебра до 90 %.

Разработке способов флотации с дополнительными реагентами-собирающими предшествовали исследования частиц золота и серебра и изучение поверхности этих частиц, теряемых на фабриках с хвостами флотации (З.М.Штринева, Т.М.Калашникова). Принципиально новая информация о поверхности золота получена с помощью рентгеноэлектронной спектроскопии (В.А.Макеев): оказалось, что поверхность рудных частиц золота обогащена серебром, причем толщина обогащенного слоя очень мала: 0,02—0,04 мкм, то есть меньше длины световой волны. Поверхность золота из отдельных руд обогащена медью, свинцом, ртутью, селеном. Нахождение серебра и других элементов на поверхности золота существенно изменяет адсорбционную способность и флотационные свойства частиц металла.

С учетом свойств частиц золота и серебра сотрудниками ЦНИГРИ (Е.В.Яворской, Г.С.Крыловой, В.А.Макеевым, А.М.Эльбертом, Н.Д.Клюевой и др.) совместно с сотрудниками других организаций создано более десятка новых реагентов-собирающих, специфичных для разных форм благородных металлов и разных условий флотации: для селективной флотации высокопробного золота с чистой поверхностью; для свободного тонкодисперсного золота, для свободного тонкодисперсного золота при флотации на морской воде, для флотации золото- и серебросодержащих сульфидных минералов (пирит, халькопирит, галенит и др.) из хвостов цианирования, для самородного серебра, для свободного тонкодисперсного серебра при флотации частично окисленных руд.

Эффективность реагентов была подтверждена многочисленными полупромышленными и промышленными испытаниями. Рас-

ход новых реагентов невелик, что является положительным технологическим и экономическим фактором.

Возможности флотации в технологии переработки золотых и серебряных руд далеко не исчерпаны. Работами ЦНИГРИ и других организаций созданы технологические условия для флотации практически всех руд, кроме окисленных шламистых. Расширение практики флотации при переработке руд благородных металлов — реальный путь снижения себестоимости металлов и смягчения экологических проблем.

Разработка сорбционной технологии цианирования. Традиционная технология цианирования включает, в частности, такие операции, как фильтрация цианистой пульпы для отделения золотосодержащего цианистого раствора от твердой фазы пульпы, промывка осадка, осветление раствора, удаление из раствора кислорода (воздуха) и осаждение золота цинковой пылью. Фильтрацию с промывкой обычно осуществляют на барабанных фильтрах, осветление раствора — на рамных вакуум-фильтрах, деаэрацию раствора — в вакуум-ресиверах и осаждение золота — на установках, состоящих из чана-смесителя и рамного вакуум-фильтра для отделения золотосодержащего цинкового осадка от обеззолоченного цианистого раствора.

Все перечисленные операции весьма энергоёмки и трудоемки, аппаратура, в первую очередь барабанные фильтры, занимают большие производственные площади. Расходы на эти операции составляют около 30 % от стоимости переработки тонны руды, а при цианировании глинистых труднофильтруемых руд (Куранахская фабрика) — до 40 %.

Проблема фильтрации цианистых пульп приобрела еще большее значение в середине пятидесятых годов, когда в стране стали проектировать и строить крупные золотоизвлекательные фабрики с суточной производительностью 3 тысячи, 5 тысяч и даже десятки тысяч тонн руды. Ведь на фабрике, перерабатывающей в сутки 3 тыс. т руды, необходимо установить 80 барабанных фильтров и каждый из них ежемесячно вручную «переодевать», т. е. менять фильтровальную ткань. Проблема могла быть решена по примеру японской промышленно-

сти, переходом на сорбционную технологию, исключаящую фильтрацию и последующие операции.

Разработка сорбционной технологии цианирования была начата М.С.Гирдасовым под руководством И.Н.Плаксина в Институте цветных металлов и золота, а с переходом М.С.Гирдасова в ЦНИГРИ (1959 г.) продолжена в нашем институте. В 1961 г. работу возглавила И.Д.Фридман — опытный гидрометаллург и большой энтузиаст разработки новых технологий извлечения золота.

Для разработки сорбционной технологии понадобилось синтезировать и испытать селективные и механически прочные ионообменные смолы, изучить поведение растворенных в цианистом растворе примесей. Кроме того, было необходимо изыскать способы десорбции золота и серебра со смол и способы регенерации этих сорбентов, а также разработать технологию получения благородных металлов в товарной форме и решить еще множество технологических и технических задач. В 1963 г. основные вопросы новой технологии были решены, и по данным ЦНИГРИ институт Цветметпроект составил технико-экономический доклад (ТЭД) о целесообразности внедрения технологии на золотоизвлекательных фабриках. Согласно этому докладу, использование сорбционной технологии обеспечит снижение стоимости переработки руд на 16—17 % и увеличит извлечение золота на 2—3 %.

Такие результаты вдохновили не только сотрудников ЦНИГРИ, но и исследователей и проектировщиков других институтов — ВНИИХТа, Иргиредмета, ИФХИМСа. Начался период доработки технологии, проектирования и внедрения. Пионером использования новой технологии стала фабрика, перерабатывающая руды месторождения Мурунтау. Затем сорбционная технология была внедрена на Лебединской, Куранахской, Матросовской, Ангренской, Кочкарской и других фабриках. Решающий вклад в дело внедрения технологии принадлежит академику Б.Н.Ласкину и его сотрудникам. Роль ЦНИГРИ в решении этой проблемы была отражена в статье газеты «Правда» от 17 ноября 1969 г. «Иониты извлекают золото». В статье отмечены заслуги наших основных разработчиков новой технологии — И.Д.Фридман, Э.П.Здоровой и Л.Е.Почкиной.

Любая технология извлечения золота из руд не стоит на месте, а развивается, видоизменяется, а иногда и отмирает, уступая место новой. Не является исключением и технология сорбционного цианирования. В последние годы исследователи все настойчивее пытаются заменить дорогие ионообменные смолы активированным углем. Есть основания полагать, что с появлением отечественных достаточно прочных зернистых углей ионообменная сорбционная технология видоизменится и превратится в угольно-сорбционную.

Покорение упорных руд с помощью бактерий. В России и других странах СНГ за последние 20—30 лет разведано около 20 месторождений золото-мышьяковых руд (Олимпиадинское, Неждановское, Майское, Бакырчикское, Высоковольное, Кокпатаское, и др.), но до настоящего времени практически ни одно из них в должном объеме не отработывается. Причина в отсутствии рациональной технологии переработки руд.

Технологии золото-мышьяковые руды называют упорными (refractory — упрямые, непокорные), поскольку извлечь из них благородные металлы непросто. Упорность руд обусловлена в основном тремя причинами:

тонкодисперсностью основной массы (до 90 %) золота и серебра и тесной ассоциацией их с арсенопиритом и пиритом, что исключает возможность вскрыть эти металлы измелчением руд или концентратов;

присутствием в рудах мышьяка (2—10 %), что не позволяет полученные из этих руд концентраты отправлять на пирометаллургические заводы;

присутствием в рудах углистых веществ — шламообразующих и сорбционно активных по отношению к флотационным реагентам и золотоцианистому комплексу.

Кроме того, в рудах ряда месторождений присутствуют сурьма, медь, свинец, цинк. Пирит и арсенопирит, как правило, тесно взаимосвязаны, поэтому разделить эти минералы с требуемой полнотой удастся в редких случаях.

Технологии флотационного и, при необходимости, гравитационно-флотационного обогащения золото-мышьяковых руд были разработаны: С.Н.Россовским, А.И.Никулиным, З.М.Гирдасовым, В.И.Файкиным,

В.И.Пономаренко, Н.Н.Павловой. Эти специалисты, используя ряд оригинальных приемов, практически на всех 12 изученных объектах достигли высокого извлечения золота и серебра (90—95 %) в золото-мышьяковые концентраты. Технологии включали водооборот и обезвреживание стоков. Эффективность всех технологий подтверждена полупромышленными испытаниями.

Впервые выполнены систематические исследования углистых веществ (И.Д.Фридман, Н.Н.Демина и др.). Установлена зависимость технологических свойств, включая сорбционную способность углистых веществ, от степени их преобразованности. Практическим результатом исследований явились рекомендации по использованию липидов и других соединений, а также специфических бактерий для подавления сорбционной активности углистых веществ.

Но получение концентратов — лишь часть проблемы. Переработать концентраты рациональным способом до последнего времени никому не удавалось. В других странах золото-мышьяковые концентраты обжигают и огарок цианируют. Рациональной эту технологию считать нельзя: при обжиге мышьяк возгоняется, и для его улавливания требуется сложная и дорогая система; уловленный мышьяк в форме сильноядовитого оксида не имеет полного сбыта и требует захоронения в специальных дорогостоящих хранилищах. Кроме того, извлечение благородных металлов из огарка цианированием обычно не превышает 80—85 %.

Отечественные и зарубежные исследователи предложили множество способов окисления (разложения) золото-мышьяковых концентратов. Вот далеко не полный перечень их: автоклавное, азотнокислотное, бактериальное, электрохимическое, флюминг-плавка, отгонка мышьяка в вакууме при температуре 600—1100°C. Специалисты ЦНИГРИ взяли на вооружение способ бактериального окисления концентрата.

Суть способа заключается в использовании природных бактерий *Thiobacillus ferrooxidans* для окисления сульфидных минералов концентрата, в основном арсенипирита и пирита, чтобы вскрыть золото и серебро. Геологи могут сказать, что ничего нового в этом способе нет — в природе эти бактерии окисляют первичные руды, пре-

вращая их в окисленные. Да, подобные процессы на месторождениях идут, но результаты их — зоны окисления получаются через сотни тысяч лет. А технологам результат нужен через несколько суток, то-есть природный процесс необходимо ускорить в миллионы раз!

Следовательно, для решения проблемы переработки золото-мышьяковых руд помимо обогатителей необходимы микробиологи и биотехнологи. Эти специалисты должны не только найти наиболее быстрые и устойчивые в новых условиях бактерии, но и, по-возможности, создать для них комфортные условия. Кроме того, для извлечения благородных металлов из остатков биоокисления, сложных и новых для технологов продуктов, необходимы специалисты еще одного профиля — гидрометаллурги.

Биотехнологические исследования возглавил Р.Я.Аслануков. Обогачительно по образованию, биотехнолог по опыту работы он увлеченно работал по проблеме переработки золото-мышьяковых концентратов вначале в Тульском филиале ЦНИГРИ в тесном контакте с московскими специалистами И.Н.Юдиной и Д.Х.Кимом, а с 1986 г. начал работать в Москве. Вместе с ним плодотворно трудились биотехнологи и микробиологи, О.Б.Воронина, Т.В.Коваленко, В.А.Савицкая, Т.Е.Дударева, Н.М.Рабкина и Л.А.Громова. Ответственными за исследования по гидрометаллургии были Е.Е.Савари, М.Н.Сычева и Н.В.Филимонов. Вопросы по обезвреживанию стоков решила Л.А.Филимонова.

Естественно, руководить такой сложной работой, выполняемой разными специалистами, мог только человек с широким научным и техническим кругозором и хороший организатор. Таким человеком оказалась Г.В.Седельникова, металлург и обогатитель, действительный член Российской Академии горных наук, она сумела отлично организовать работу и сплотить разных специалистов в единый коллектив. Она всегда сдержанна, внимательна и часто радуется окружающих своей доброжелательной улыбкой. «С Галиной Васильевной легко и интересно работать» — говорят сотрудники. Очевидно, улыбка может быть главным в руководстве научными сотрудниками.

В 1974 г. в Тульском филиале ЦНИГРИ



была создана первая в СССР полупромышленная биогидрометаллургическая установка (Н.Л.Горенков, И.Н.Юдина, Г.А.Стаханов). Научные последования приобрели завершающий характер: впервые под руководством Г.В.Седельниковой были проведены полномасштабные полупромышленные испытания концентратов Майского месторождения по всей схеме: бактериальное окисление—сорбционное цианирование—десорбция и электролитическое осаждение золота. Разработанная биогидрометаллургическая технология была представлена в виде технологического регламента для проектирования опытно-промышленной установки.

В итоге всех работ, лабораторных исследований и полупромышленных испытаний для переработки золото-мышьяковых руд была предложена комбинированная технология, включающая:

флотационное или гравитационно-флотационное обогащение руд с получением концентрата и отвальных хвостов;

доизмельчение концентрата;

адаптация бактерий к особенностям минерального состава перерабатываемого концентрата;

биоокисление сульфидов в условиях: доля твердого в пульпе 20 %, pH = 1,5—2, содержание бактерий  $10^9$ — $10^{10}$  клеток/мл жидкой фазы, температура 28—35°C, продолжительность 120—200 час. Эти условия обеспечивают необходимую степень окисления сульфидных минералов и практически полное вскрытие золота и серебра;

отделение раствора от твердого остатка сгущением и фильтрованием с промывкой;

осаждение мышьяка из раствора в форме нетоксичных соединений, возврат раствора в операцию биоокисления;

подготовка остатка от биоокисления к цианированию. Подготовка заключается в аэрации в известковой среде или в электрохимической обработке — оригинальный и эффективный способ, разработанный А.В.Нарсеевым и др. сотрудниками. Подготовка ускоряет последующий процесс цианирования и сокращает расход реагентов;

сорбционное цианирование остатка, обезвреживание цианидсодержащих стоков; извлечение благородных металлов из сорбента.

В 1985—95 гг. биогидрометаллургиче-

скую технологию испытали на концентратах ряда месторождений (Нежданинское, Олимпиадинское, Бақырчык и др.). Извлечение золота и серебра из концентратов на сорбент (смола АМ-2Б) составило соответственно 90—97 и 85—95 %. Технико-экономические расчеты показали, что биогидрометаллургическая технология по экономическим показателям опережает все другие. Есть все основания для промышленного использования этой технологии в России и странах СНГ в ближайшее время.

Возможности микроорганизмов в технологии переработки руд благородных металлов не ограничиваются окислением (разложением) сульфидных минералов. Бактерии могут разлагать и другие минералы. Институтом минеральных ресурсов (г.Симферополь) предложена принципиальная технология извлечения тонкодисперсного серебра из окисленных руд одного уникального по запасам месторождения, основанная на бактериальном разложении силикатов. Больше того, в последние годы обнаружена способность микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности селективно агрегировать (аккумулировать) тонкодисперсные и коллоидные частицы золота и серебра, растворять золото и осаждать его из растворов. Очевидно, благородный металл привлекает микроорганизмы не меньше, чем людей.

Используя указанные свойства микроорганизмов, специалисты уже начали разрабатывать новые технологии извлечения золота и серебра. В ЦНИГРИ разработаны две технологии извлечения тонкодисперсных и коллоидных частиц золота и серебра из окисленных руд — биокоагуляционная и биофлотационная (Г.С.Крылова, В.А.Макеев, Л.И.Шлепакова и автор).

Микробиологические способы в технологии извлечения золота, в той или иной степени моделирующие природные процессы, более экологичны, чем способы, придуманные человеком. Несомненно, с годами роль их будет возрастать, для чего технологам и микробиологам придется много поработать.

Гомеопатические дозы реагента ускоряют процесс в 2—3 раза. В пятидесятые годы перед золотоизвлекательными фабриками была поставлена задача резкого повышения производительности с минимальными

ми капитальными затратами. Узким местом по производительности почти на всех фабриках было сгущение. Увеличение фронта сгущения потребовало бы больших затрат на расширение зданий и установку дополнительных громоздких аппаратов. ЦНИГРИ предложил интенсифицировать процесс сгущения с помощью синтетических флокулянтов. В короткий срок было испытано более десятка различных флокулянтов, наиболее эффективным оказался полиакриламид. Опытные партии полиакриламида в это время стал выпускать Институт галургии в Ленинграде. Я поехал туда, убедил дирекцию в том, что золотоизвлекательные фабрики страны останутся без их помощи, и из первой партии получил 1,8 т полиакриламида, собственноручно затарил его в бочки и отправил в Забайкалье на крупнейшую в то время Балеюскую фабрику.

На фабрике известково-цианистую пульпу сгущали в двухъярусных сгустителях диаметром 12 м. Сгустители всегда работали на пределе, в них глубина осветленного слоя не превышала 10 см. Довольно часто этот слой замутнялся, и сгустители начинали выдавать мутный золотосодержащий раствор (слив), что вело к расстройству последующих операций осветления раствора и осаждения золота. Это была серьезная технологическая авария, имевшая на фабрике свое техническое название «муть пошла». Сразу же прекращали подачу руды и останавливали мельницы. На ликвидацию последствий затрачивали 2—3 часа. И так почти каждый день, в результате план по переработке руды не выполнялся, премиальные не выплачивались.

Приехав на фабрику (1958 г.), я попросил установить мутилку для разведения полиакриламида и смонтировать трубопроводы так, чтобы пульпу, направляемую в два сгустителя, можно было направить в один. Последнее вызвало у местных работников нескрываемую иронию, но все работы были выполнены.

К вечеру полиакриламид в виде 0,1 % раствора с расходом 23 г/т руды стали подавать в первый сгуститель. Через 2—3 часа эффект от реагента был налицо: глубина осветления слоя увеличивалась до 1 метра, с поверхности исчезла пена, а слив стал прозрачен как слеза. После этого пульпу,

подаваемую во второй сгуститель, направили в первый, и всю ночь рабочие фабрики подходили, смотрели и удивлялись работе сгустителя с двойной нагрузкой. Но производительность сгустителя была еще далека от предела. В последующие дни было показано, что ее можно увеличить еще вдвое, даже при расходе полиакриламида 10 г/т.

К 7 часам утра у первого сгустителя собралась группа из руководителей фабрики и комбината. Они долго смотрели в прозрачную, без привычной мути, глубину сгустителя и молчали. Первым отреагировал начальник фабрики И.Н.Почивалов: «Байкал» — сказал он. Главный инженер А.С.Кириллов уточнил: «Только без омуля». Они сдержанно похвалили представителя ЦНИГРИ и ушли давать задание снабженцам достать новый реагент «хоть из-под земли».

ЦНИГРИ принял посильное участие в обеспечении золотоизвлекательных фабрик полиакриламидом. В частности, в Промышленно-экономической газете № 120 от 11.10.59. была опубликована статья Е.А.Савари и В.И.Зеленова «Организовать централизованное производство полиакриламида». Через несколько месяцев новый реагент стали постоянно применять не только на Балеюской фабрике, но и на Тасеевской, двух фабриках Коммунарковского рудника, Майкаинской фабрике. В настоящее время этот реагент является обычным для многих фабрик, перерабатывающих руды благородных и цветных металлов.

Окрыленный успехом на Балеюской фабрике, я, прихватив 200 кг полиакриламида, поехал в Якутию на Лебединскую фабрику. Фабрика в то время перерабатывала шламистую трудносгущаемую руду Куранахского месторождения. В течение нескольких дней в промышленных условиях я испытывал флокулянт и потерпел полное фиаско! Флокулянт, как и на Балеюской фабрике, легко агрегировал пульпу, но образующиеся флокулы были настолько прочными, что не разрушались и не деформировались в зоне уплотнения сгустителя. А именно эта зона лимитировала скорость процесса сгущения Куранахской руды. Позже, в лабораторных условиях, было установлено, что для такой руды необходим полиакриламид с другой степенью гидролиза.

Эта неудача явилась наглядной демон-

страцией разнообразия руд по физико-химическим свойствам и подтверждением того, что не может быть универсальных способов и технологий переработки руд, для каждой руды необходимо разрабатывать свою оптимальную технологию.

Как оказалось, возможности полиакриламида в технологии переработки золотосодержащего сырья далеко не исчерпаны. В восьмидесятые годы, в работах ряда исследователей (А.А.Ковалев, В.П.Небера, В.П.Мязина и др.) показана селективность флокулирующего действия полиакриламида на разные минералы. В частности, он сильнее флокулирует мелкие частицы золота, чем частицы кварца, флюорита, глинистых минералов. На основе этого авторы разработали эффективные способы повышения извлечения золота при обогащении песков на драгах. Таким образом, работа, выполненная ЦНИГРИ более 30 лет назад, получила развитие на новой основе.

**Цианирование под открытым небом.** Если бы 20—25 лет назад специалиста по переработке золотых руд спросили: «Возможно ли извлекать золото цианированием под открытым небом?», то он ответил бы: «Невозможно; надо обязательно построить фабрику, утеплить ее, установить сложное оборудование, организовать вентиляцию и сделать многое другое».

А сейчас в мире работает около сотни предприятий по кучному выщелачиванию золота, где цианирование осуществляют под открытым небом. Из этих предприятий два спроектированы и пущены с участием ЦНИГРИ.

Суть технологии кучного выщелачивания состоит в следующем: на поверхности земли выбирают площадку в несколько гектаров, желательнее с небольшим уклоном; на площадке сооружают гидроизоляционное основание и насыпают (отсыпают — на жаргоне горняков) из руды слой (кучу, точнее — штабель) высотой 3, 5, 20 м, а иногда и 50 м; слой руды сверху орошают цианистым раствором, который, просачиваясь вниз выщелачивает золото, выходящий из-под кучи раствор собирают, осаждают из него золото и вновь направляют на выщелачивание. Процесс выщелачивания обычно длится месяц, иногда больше. Если золото из кусковой руды плохо выщелачивается, то ее дробят.

Если цианистый раствор через слой глинистой руды просачивается очень медленно, то руду перед выщелачиванием агломерируют, т. е. смешивают с цементом, окатывают до образования окатышей и выдерживают в покое для затвердения.

Вот такая, на первый взгляд, простая технология. Но если она простая, то почему специалисты разработали ее позже таких сложных технологий цианирования, как цианирование в перколяционных чанах, сорбционное цианирование с использованием ионообменных смол или активированных углей?

Простая по идее технология кучного выщелачивания для промышленного воплощения требует решения десятков технических и технологических вопросов. Вот лишь некоторые из них: из чего и как соорудить гидроизоляционное основание размером в несколько футбольных полей? Бетон, глина, асфальт, полиэтиленовые пленки? С помощью какой техники и по какой технологии отсыпать рудный штабель многометровой высоты и притом с минимальным уплотнением? Как организовать равномерное орошение штабеля цианистым раствором с минимальными потерями последнего за счет испарения? Как полностью собрать из-под кучи золотосодержащий цианистый раствор? Каким способом осаждают золото из раствора?

А экологические проблемы? Ведь если птица на куче или рядом внизу попьет водичку с цианидом, она мгновенно погибнет. А если цианистый раствор просочится через гидроизоляционное основание и попадет в грунтовые и затем поверхностные воды?

Технологи ЦНИГРИ работы по кучному выщелачиванию начали в 1987 г. под руководством Г.В.Седельниковой. К этому времени из литературных источников было известно, что кучное выщелачивание уже освоено в ряде стран. Однако ничего не было известно о методике испытаний этого способа на золотых рудах и совершенно недостаточными были сведения о проектных технических и технологических решениях. Технологом, привыкшим извлекать золото только из измельченных руд, на первых порах казалось невероятным выщелачивание металла из рудных кусков.

Среди многих отечественных и зарубежных исследователей существовало мнение, что для получения достоверной информации испытания по кучному выщелачиванию необходимо проводить не только в лабораторных условиях, но и на кучах руды массой 100—200 т. Испытания на таких кучах требуют больших затрат, но, что еще более важно, они полностью не моделируют процесс промышленного выщелачивания. В связи с этим первоочередной задачей стала разработка методики испытаний золотых руд по кучному выщелачиванию.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями (И.Н.Курбанов, В.Н.Елисеев и автор) показано, что цилиндрический перколятор хорошо моделирует движение раствора в рудной куче при соблюдении следующих условий:

масса материала в перколяторе должна быть достаточной для поддержания непрерывного орошения с требуемой интенсивностью;

размеры перколятора должны быть такими, чтобы до минимума свести влияние пристеночного эффекта в нем на движение раствора. Для этого диаметр перколятора должен быть не меньше четырех диаметров наибольших кусков, а высота перколятора -- не меньше пяти его диаметров;

при загрузке необходимо обеспечить условия для равномерного распределения классов крупности по всему объему перколятора и такую степень уплотнения материала, какая ожидается в промышленных условиях;

орошение материала в перколяторе должно быть равномерным струйно-капельным, обеспечивающим сплошное смачивание материала и инфильтрационный режим движения раствора;

перколятор не должен иметь в нижней части фильтрующих перегородок, создающих дополнительный подпор; раствор должен выходить из перколятора через слой материала.

С учетом этих условий была спроектирована секционная многовариантная по производительности перколяционная установка (Р.В.Сиротинский и автор), состоящая из четырех секций с разными по величине перколяторами. Большие перколяторы, диаметром 600 м и высотой 3 м, предназначены для выщелачивания металлов из крупнокусковых руд, а малые диаметром 130 мм — для

техногенного мелкозернистого сырья и сильно разрушенных руд. Установки были изготовлены и смонтированы в Москве, в Тульском и Бакинском филиалах института.

Одновременно была разработана методика ускоренных испытаний золото- и серебросодержащих руд по кучному выщелачиванию, предусматривающая два этапа: лабораторные исследования с целью оценки золотосодержащего сырья на пригодность к кучному выщелачиванию и испытания на секционной установке с целью разработки промышленной технологии кучного выщелачивания и получения всех показателей, необходимых для проектирования.

По разработанной методике исследовано 84 пробы золотосодержащего сырья — руд, лежалых хвостов, кор выветривания. Большинство из них пригодно для кучного выщелачивания. Испытания на секционной установке с пробами руд массой до 10 т позволили приступить к проектированию промышленных предприятий.

На стадии проектирования по-новому решен ряд технических вопросов. В частности, опытный специалист В.Н.Елисеев, обладающий талантом исследователя и проектировщика, разработал оригинальную конструкцию гидроизоляционного основания кучи, обеспечивающую управляемый сток растворов и удержание их в заданных пределах при аварийных и плановых остановках процесса. Внедрение этой разработки в ряд проектов и в производство позволило отказаться от сооружения объемных аварийных прудков и растворосборных резервуаров. Удалось организовать максимально закрытую систему циркуляции растворов, что существенно повысило экологическую безопасность процесса.

Много технических и технологических новинок было разработано, испытано и внедрено на стадиях строительства и освоения предприятий. На одном предприятии отсыпано две кучи по 50 тыс. т руды, второе предприятие построено для переработки лежалых хвостов с предварительной агломерацией. На обоих предприятиях первые килограммы золота получены в 1993 г., причем по себестоимости в 1,5—2 раза меньшей, чем на предприятиях с традиционной технологией переработки.

Таким образом, технологи ЦНИГРИ за

5—6 лет прошли (точнее, пробежали) путь от разработки методики испытаний золотых руд по кучному выщелачиванию до промышленного внедрения этой технологии. Созданы методические, технологические и технические основы для широкого использования кучного выщелачивания, как в золотодобывающей промышленности, так и в геологической отрасли. А сырьевая база под эту технологию в России огромна.

Технологи продолжают совершенствовать и развивать технологию кучного выщелачивания. Перед ними стоят, в частности, следующие задачи:

заменить цианистый натрий на другой, менее токсичный или совсем не токсичный, растворитель золота и серебра;

изыскать заменитель цемента, используемого при агломерации глинистых руд и других золотосодержащих материалов;

разработать мероприятия, позволяющие проводить кучное выщелачивание при отрицательной температуре воздуха;

разработать технологию кучного бактериального окисления сульфидов в золото-мышьяковых рудах;

освоить дробление руд перед кучным выщелачиванием до крупности -5 и даже -3 мм.

Технологическая оценка руд новых месторождений. Технологической оценкой золота и серебросодержащих руд новых месторождений технологи ЦНИГРИ занимаются с начала пятидесятых годов, однако только после перехода института в систему геологии (1958 г.) эта работа стала преобладающей. За прошедшие годы через руки технологов прошли руды сотен месторождений и рудопроявлений. Результаты технологической оценки использовались для обоснования детальной разведки месторождений, подсчета и утверждения запасов и для проектирования промышленных предприятий. В качестве иллюстрации можно назвать некоторые, наиболее крупные месторождения, запасы по которым подсчитаны и утверждены с использованием результатов исследований технологов ЦНИГРИ. Это месторождения Многовершинное, Карамкен, Куранах, Дукат, Зодское, Мурунтау, Большой Канимансур, Олимпиадинское, Майское, Покровское, Юбилейное, Васильковское, Кокпатас, Бакырчик, Воронцовское, Хаканд-

жинское, Нежданнинское, Каральвеем, Ачинское, Береговское. На базе первых шести месторождений построены и работают золотоизвлекательные фабрики.

Технологи ЦНИГРИ в работе по технологической оценке золото- и серебросодержащих руд выделяют следующие этапы: изучение вещественного состава руд; технологическая типизация руд; технологические исследования; разработка принципиальной технологии извлечения благородных металлов и определение основных показателей.

Технологическая оценка в общем виде — это не испытания по стандартным методикам и на стандартном оборудовании. Это творческая работа. И содержание указанных этапов этой работы существенно изменяется с появлением руд новых типов, новых способов переработки руд и извлечения благородных металлов, нового промышленного и лабораторного оборудования. Можно привести много примеров, когда положительная технологическая оценка была дана только благодаря использованию новых технологических способов и приемов. Ниже указаны некоторые разработки сотрудников ЦНИГРИ по совершенствованию и развитию методики технологической оценки руд благородных металлов и созданию лабораторного оборудования.

Вещественный состав руд, включая свойства частиц золота и серебра, изучают в основном аналитики и минералоги. Наряду с ними технологи, используя другие методы, получают дополнительную информацию о характере золота и серебра в рудах. А.И. Берлинский с сотрудниками разработал комплекс методов выделения частиц золота из руд. В частности, созданный в ЦНИГРИ магнитогидростатический сепаратор позволяет отделять золото от сульфидов и даже более тяжелых минералов (самородной меди, серебра). Для изучения поверхности золота в очень тонких слоях (до 0,02 мкм) технологи впервые применили рентгеноэлектронную спектроскопию (1980 г.).

В ЦНИГРИ разработана технологическая типизация золотосодержащих руд, основанная на учете таких признаков вещественного состава, которые в наибольшей степени определяют технологию переработки (1967 г.). Позднее (1974 г.) была разработана аналогичная типизация и для серебросо-

державших руд. Эти разработки помогают технологам сокращать объем экспериментальных исследований при технологической оценке руд новых месторождений.

С появлением новых способов переработки руд благородных металлов технологи ЦНИГРИ не только использовали их при технологической оценке соответствующих руд, но и разрабатывали методические пособия. Так появились, в частности: «Методика испытаний пенной сепарации и флотоотсадки», 1974 г.; «Технологическая оценка упорных золото-мышьяковых руд и концентратов», 1986 г.; «Методика ускоренных испытаний золото- и серебросодержащих руд в качестве объектов для кучного выщелачивания», 1993 г.

Повышению достоверности технологической оценки и ее ускорению способствовали разработанные в ЦНИГРИ лабораторные и полупромышленные аппараты:

контактный прибор (КП-1) для оценки флотуемости минералов на малых навесках (10—15 мг). С использованием этого прибора впервые изучены флотационные свойства ряда редких минералов серебра, выделенных из руд новых месторождений (А.В.Скробова);

многоступенчатая автоматизированная установка для бактериального окисления золотосодержащих сульфидов;

лабораторная гидроциклонная установка (ГЛ), предназначенная для классификации и обогащения золотосодержащих материалов;

лабораторные и полупромышленные установки для испытаний по кучному выщелачиванию;

высокочастотная и с обычной частотой колебаний отсадочные машины.

В статье изложены лишь некоторые разработки технологов ЦНИГРИ, относящиеся к извлечению благородных металлов из руд. Из-за ограниченного объема названы далеко не все исполнители этих разработок; не указаны также специалисты других институтов и филиалов ЦНИГРИ, участников ряда совместных работ. Особенно тесные творческие связи технологи ЦНИГРИ поддерживали и сохраняют сейчас с сотрудниками Института стали и сплавов, ВНИПИ-ГОРЦВЕТМЕТ, Института Микробиологии, ИПКОН, Иргиредмета, ИОНХ и ряда других.

Разработкой технологии извлечения золота и серебра из руд занимаются исследователи во многих городах — Иркутске, Магадане, Новосибирске, Красноярске, Алма-Ате, Ташкенте, Симферополе. На ряде предприятий работают выдающиеся инженеры, не только обеспечивающие добычу благородных металлов, но и успешно совершенствующие технологию их извлечения. Достижения всех этих специалистов и их незаурядные личные качества можно описать лишь в большой книге.

Потребность человечества в золоте с годами все возрастает. Золота хотят все: правители и слуги, богатые и бедные. Золото, с его специфическими свойствами, необходимо в новейшей технике. От золотых украшений в обозримом будущем не откажется прекрасная половина человечества. А традиционные источники добычи благородного металла, стремительно истощаются. Только за последние 40—45 лет содержание золота в перерабатываемых на наших фабриках рудах снизилось в 3—4 раза.

Очевидно, дальнейшего роста добычи золота можно достигнуть не столь за счет открытия новых месторождений с привычными для технологов рудами, сколько за счет вовлечения в эксплуатацию нового сырья. Такое сырье есть. Это руды из кор выветривания с содержанием золота ниже 0,3—0,5 г/т; золотосодержащие железные руды; различные техногенные образования (лежалые хвосты фабрик, шлаки, золы от сжигания каменных углей и нефти, пиритные огарки и др.); пески и гравийно-песчаные смеси, добываемые для производства строительных материалов; минерализованные воды горячих источников, содержание золота 0,2—0,5 г/м<sup>3</sup>; воды рек; протекающих в золотоносных районах и несущих коллоидное золото; морская вода, содержащая золота от долей до 20 и даже до 60 мг/м<sup>3</sup>; глубоководные полиметаллические сульфиды, содержащие золота от десятых долей до 5—6 г/т и серебра от 20 до 180 г/т.

Для извлечения золота из нового сырья нужны новые технологии. А новые технологии могут разработать только увлеченные технологи, с широким научно-техническим кругозором, здравым умом и умеющие фантазировать.

© В. П. Ивановская, 1995

## РАССТУПИСЬ, ОКЕАН — МОРЕ СИНЕЕ

В. П. ИВАНОВСКАЯ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Трудно удержаться от искушения начать эту статью с упоминания о синей глади бескрайнего океана под палящими лучами тропического солнца и бездонной глубине, где в вечном холоде миллионы лет рождаются, растут и ждут своего часа диковинные полезные ископаемые, так отличающиеся от семейства месторождений суши.

Но у технологов-исследователей минеральных богатств океана своя сфера деятельности: не бороздить просторы морей, а перерабатывать то, что нашли геологи. И только на первый взгляд эта задача менее романтическая и увлекательная, чем у геологов. А об исследовании океанического сырья и говорить нечего! Ведь надо найти способы превратить странные пористые комочки в товарные концентраты, а затем металлы.

Мы давно и много знаем про шельф, его минеральные ресурсы — нефть, газ, фосфориты или связанные с россыпями золото, платина, алмазы, касситерит, рутил, циркон, не говоря уже про песок и гравий, — уверенно связываются с мировой экономикой.

И вот столетие назад пришло первое упоминание о глубоководных железомарганцевых образованиях (ЖМО) Мирового океана. Как же заинтересовали ученых эти поднятые из мрака абиссальных котловин с глубины 4500—5500 м темно-серые, почти черные «картофелины» средним размером 12—6 см! Миллионы лет они росли на дне океана и в один слой лежали на поверхности, иногда частично или полностью погруженные в ил. Погребенная поверхность шероховатая, омываемая водой — достаточно гладкая. В центре некоторых из них законсервированы острые зубы доисторических акул. После открытия конкреций корветом «Челенжер» последующие 80 лет они не привлекали особого внимания никого из специалистов. И только в 1957 г. в Тихом океане к востоку от о.Таити были поднятые

первые ЖМК, содержащие большие количества кобальта и никеля; в 70-х годах наиболее развитые зарубежные страны завершили научные исследования, провели экономические оценки по производству и рынкам сбыта полезных компонентов этого нового сырья, хотя вопросы, относящиеся к экологии, средствам подъема и многие другие висели в воздухе.

ЖМК — сырье уникальное. Характеризуя его, с большим приближением можно говорить об аналогии с никелевыми и марганцевыми рудами континентальных месторождений. Однако ни в одном из последних не найти столь причудливым образом сочетающиеся цветные металлы: никель, кобальт, медь, цинк, молибден; черные: марганец, железо, ванадий; благородные: платина, золото, серебро, палладий, иридий, наконец, набор редкоземельных элементов, из которых лантан, церий и полтора десятка других имеют значимые для попутного извлечения содержания.

Если продолжить этот перечень, надо упомянуть и о наличии элементов, приносящих много вреда в тех или иных обогачительно-металлургических процессах и являющихся экологически опасными: фосфор, мышьяк, хром, ртуть.

Конечно, основную промышленную ценность представляют: никель (1,0—1,2 %), кобальт (0,2 %), медь (1,0—1,2 %), марганец (28—32 %).

В нашей стране первые исследования конкреций начаты в 1961 г. С 1974 г. они значительно активизировались. Общегосударственная комплексная программа исследований и использования Мирового океана в интересах науки и народного хозяйства, утвержденная Постановлением Госплана и ГКНТ СССР, развернулась к началу 80-х годов. В этой программе изучение ЖМК было первоочередной задачей. Содержание программы исходило из требований, выдвигаемых Конвенцией ООН по морскому пра-

ву. Целью работ было составление заявки в Подготовительную комиссию о выделении СССР участка морского дна. При этом общее руководство проблемой, координация работ и контроль выполнения были возложены на Министерство геологии СССР.

На заявленном страной участке в сжатые сроки должны были быть проведены поисково-оценочные, а в дальнейшем разведочные работы на ЖМК.

Вся часть проблемы, связанная с вопросами технологической переработки ЖМК, была возложена на ЦНИГРИ. Выполнение работ в институте поручалось лаборатории обогащения комплексных руд отдела обогащения минерального сырья, имеющей большой опыт исследований полиметаллического сырья сложного состава отечественных и зарубежных месторождений.

Сразу хотелось бы отметить, что четкое организационное обеспечение выполнения соответствующих разделов комплексной программы стало возможным благодаря неформальным (без снижения требовательности, а иногда и при наличии необходимой жесткости) рабочим контактам между технологическим подразделением ЦНИГРИ и Управлением минеральных ресурсов Мирового океана Мингео СССР, прежде всего в лице его заместителя — Е.И.Иванова, неизменного технологического куратора проблемы. Проявляли живой интерес к работам обогатителей и металлургов руководитель Управления Ю.Б.Казмин, затем И.Ф.Глузов. Еще с одним заместителем начальника Управления, И.М.Мирчинком, вопреки его сугубо административной должности, сразу наладились по-настоящему творческие контакты. Позднее, при переходе на исследование других видов глубоководного сырья, они переросли в научное содружество, развиваемое и в настоящее время.

Во главе научного коллектива ЦНИГРИ в начальный период работы стоял зам.директора Е.А.Савари. Его колоссальный опыт администратора и ученого позволял ему некоторое время совмещать обязанности непосредственного участника работ по грандиозному в 1974—1980 гг. алмазному направлению (освоение объектов некимберлитового состава). Затем по рекомендации Е.А.Савари проблему ЖМО возглавлял В.И.Зеленов, назначенный заместителем директора по технологии и ана-

литики. Весь комплекс работ выполнялся специалистами лаборатории: В.П.Ивановской (зав.лаб.), А.И.Романчуком, Н.Г.Клименко, Е.И.Королевой, Н.В.Шведовой и др.

Институту были даны большие полномочия: составить всеобъемлющую программу технологических исследований ЖМК, включающие вопросы целесообразности «первичного обогащения», т.е. возможности непосредственного обеспыливания и обезвоживания сырья непосредственно после подъема с места сбора на поверхность с помощью специальных гравитационных участков, смонтированных на палубе корабля, составление требований к сырью для технологической переработки ЖМК, поиски и выбор наиболее перспективных способов извлечения ценных компонентов и их разработка, сопоставительная технико-экономическая оценка эффективности схем. Основные вопросы должны были быть решены в течение 5 лет.

При выборе рациональных путей технологической оценки ЖМК можно было растеряться: в мире накоплен обширнейший перечень патентов, статей, монографий, материалов конференций, свидетельствующих о многообразных направлениях исследований в достаточной мере экзотического сырья.

Концепции подхода к возможным методам переработки ЖМК в мировых исследованиях разные, в зависимости от поставленных задач. В основном это два направления: одно — целесообразно извлекать только цветные металлы, второе — необходимо обеспечить извлечение не только меди, никеля, кобальта, но и марганца. Характерно, что в начальный период основное внимание было обращено на извлечение цветных металлов, и только позднее предпочтение стало отдаваться комплексной переработке ЖМК.

Для решения всего комплекса вопросов технологической части программы к работе были привлечены несколько отраслевых институтов бывших Мингео, Минцветмета, Минчермета, МинВуза и АН СССР, преимущественно специализирующихся на исследовании определенных видов сырья и процессов. Вся работа проходила в тесном творческом контакте с НПО «Севморгеология» и ПО «Южморгеология», чьи экспедиционные суда осуществляли методические науч-



но-исследовательские и геологоразведочные рейсы в Мировой океан. В соответствии с этапами технологических исследований во время рейсов отбирались технологические пробы, представляющие отдельные залежи разведываемого участка морского дна. Доставленные на берег пробы (морские порты городов Санкт-Петербурга, Новороссийска, Геленджика) при методическом руководстве ЦНИГРИ усреднялись и распределялись между участниками работ в соответствии с планируемыми исследованиями.

Одним из самых ответственных моментов в решении технологических задач явился выбор глобальных направлений исследований. От этого в значительной степени зависела результативность всей программы по ЖМК. Выбор базировался на анализе данных зарубежных исследований, результатах локальных экспериментов, выполненных в 60—70 гг. на отдельных образцах или небольших пробах конкреций, добытых научно-исследовательскими судами экспедиций АН СССР. Технологии должны были быть максимально эффективными и по возможности малозатратными. С другой стороны, нельзя оставить без внимания многочисленные предложения по разработке новых способов утилизации ЖМК, какими бы фантастическими на первый взгляд они не были. Особенно трудно было избежать искушения поддаться на новаторские, смелые до дерзости проекты, расписанные как по нотам и гарантирующие быстрые решения всех проблем; например, движущийся по океаническому дну измельчительно-гидрометаллургический комплекс, перерабатывающий конкреции по новейшим технологиям и выдающий кислотные растворы с глубины почти 6000 м без малейшей экологической опасности и т.д. Вместе с тем объективно сопоставить и выбрать лучшую из нескольких действительно заслуживающих внимания научных разработок сложно. Был найден следующий путь реализации возложенной на технологов ЦНИГРИ координации научных исследований: ежегодно по окончании очередного этапа разработок в институте созывалось Координационное совещание по технологической части проблемы. Соисполнители съезжались с докладами и отчетами. После выступлений шли жаркие дебаты, не обходилось без обид и эмоциональных

всплесков, но мудрость и такт ведущих совещание (а это всегда был кто-то из дирекции института) позволяли найти решения, с которыми соглашались все участники работ по проблеме.

В результате в течение 1980—1983 гг. были принципиально разработаны в лабораторных условиях технологии переработки ЖМК, основанные на различных подходах к вскрытию сырья и последующему выделению товарных продуктов.

Во главе группы исследователей пирометаллургического направления стояли наши коллеги из ЦНИИЧермета; в разработках участвовали специалисты ИМЕТа АН СССР.

Сущность технологии заключалась в следующем: исходные конкреции последовательно подвергаются восстановительному обжигу и электроплавке, в результате чего получается комплексный сплав и марганцевый шлак. При этом медь, никель и кобальт концентрируются в сплаве более чем в 10 раз. Извлечение металлов из сплава — задача достаточно сложная. Над ней работали два института — Гипроникель и ИМЕТ. Во всех вариантах предусматривалось растворение порошка сплава в серной кислоте. Затем рассматривались альтернативные варианты переработки растворов: первый — осаждение сульфидов цветных металлов в автоклавах, окислительное автоклавное выщелачивание сульфидов, осаждение водородом порошков цветных металлов; второй — разделение и концентрирование цветных металлов из растворов экстракцией. Шлаки, полученные при электроплавке ЖМК на комплексный сплав, использовались для выплавки марганцевых продуктов — ферромарганца и силикомарганца.

Технология обеспечивала в целом извлечение никеля и кобальта на уровне 94—90 %, меди 81 %, марганца в ферромарганец 71 %. Большая производительность, высокие показатели извлечения, сокращенный объем гидрометаллургического передела — несомненные достоинства процесса. Одновременно было выявлено, что качество переделного марганцевого шлака низкое (продукт беден по содержанию марганца при повышенном количестве фосфора и кремнезема). Кроме того, процесс энергоемок и, наконец, переработка сплава чрезвычайно сложна.

ЦНИГРИ возглавил гидрометаллургическое направление переработки ЖМК. При этом нужно было выбрать один из двух принципиальных вариантов: одно — комплексное растворение цветных металлов и марганца, другое — селективное растворение цветных металлов. Первый вариант привлекал видимой эффективностью быстрого вскрытия сырья, переводом в раствор всего ценного, получением отвальных кеков выщелачивания. Но дальше начиналась сложнейшая задача выделения цветных металлов из растворов, содержащих целый «компот» щелочей, щелочноземельных элементов, кремнекислоты, тяжелых металлов, марганца, и все это на фоне большого количества железа; однако при таком варианте можно было получить высококачественные марганцевые продукты.

Селективное выщелачивание на первый взгляд выглядит предпочтительнее, однако на деле имеет целый ряд отрицательных моментов: требуются большие расходы кислоты на вскрытие сырья, в то же время режимы выбираются такими, чтобы весь марганец оставался в нерастворимых остатках — кеках, при этом и извлечение цветных металлов, особенно кобальта, зачастую получалось низким.

В ЦНИГРИ был выбран и разработан вариант гидрометаллургического вскрытия ЖМК с использованием сернистого ангидрида. Этот способ принципиально был известен в нашей стране, США и др. при обработке марганцевых руд, и он был апробирован для вскрытия ЖМК, отличаясь неизбирательностью процесса. Имеется в виду, что при восстановлении марганца в раствор переходит масса нежелательных примесей: магний, алюминий, натрий, кальций, калий, большое количество железа.

С разработками других гидрометаллургических технологий выступали ВИМС, Ленинградский горный институт; к решению отдельных вопросов привлекались ИМГРЭ и Гинцветмет.

Разработки нашего института, базирующиеся на процессе восстановления марганцевой основы ЖМК с помощью двуокиси серы в кислой среде, обеспечивали оптимальную последовательность растворения компонентов при хорошей селективности по отношению к переводу в раствор железа. Технология дает

возможность получения концентратов цветных металлов (медный, никель-кобальтовый) и различных марганцевых продуктов на основе сульфата марганца при высоких показателях извлечения всех металлов.

Несмотря на сжатые сроки исследований, строго расписанные по кварталам графики проведения экспериментов и выдачи требуемых данных, нельзя было удержаться от соблазна испытать новые неапробированные технологии. К этому располагала необычность вещественного состава ЖМК, их технологические особенности и т.д. Было разработано несколько таких «задельных» технологий. Их степень проработанности не была полной, такой, чтобы можно было использовать результаты при технико-экономических расчетах, но сами технические идеи были интересны и смелы. В тех или иных вариантах они могут найти свое воплощение в будущем.

Так, в лабораторных условиях изучена названная основным разработчиком Н.Г.Клименко «электрохимической» технология переработки ЖМК. Суть ее заключается во вскрытии сырья в растворах серной кислоты с наложением постоянного электрического тока. При этом используется разница в электрохимической характеристике металлов, что позволяет селективно провести их выделение. Процесс включал определенную последовательность проведения циклов анодного окисления, катодного восстановления и регенерации растворов. В результате получились: металлическая медь, никель-кобальтовый сплав, диоксид марганца и металлический марганец; извлечение цветных металлов составляло от 88 до 99,8 %, марганца — около 80 %. Интересно, что в этом технологическом процессе получился продукт, концентрирующий до 11,3 кг/т редкоземельные элементы, содержащиеся в концентратах.

Было еще одно направление исследований, мимо которого не хотелось пройти при работе с ЖМК. Это бактериальное вскрытие сырья, составляющее основу биогидрометаллургической технологии. Этот процесс систематически исследовался в отделе под руководством И.Н.Юдиной, Р.Я.Асланкуова, Г.В.Седельниковой применительно к упорным сульфидным золото-мышьяковым концентратам.

Каковы предпосылки использования микробиологического вскрытия для ЖМК? Во-первых, известны микроорганизмы, использующие железо и марганец в качестве энергетических субстратов. Во-вторых, обратили на себя внимание продукты метаболизма бактерий, связанных с образованием железосодержащих серноокислых растворов, т.е. тех растворов, которые могут быть пригодны для выщелачивания. Работа велась в нескольких направлениях: с использованием традиционных культур *T. Ferrooxidans* с добавлением в качестве сульфидного субстрата пиритного концентрата, а также применением гетеротрофных микроорганизмов (в основном гидролизатов грибов). В поисковых исследованиях были достигнуты достаточно высокие показатели извлечения — до 88—94 % как цветных металлов, так и золота. В то время темпы работы по биотехнологии не поспевали за жестким графиком проведения технологических исследований. Вставало много вопросов о большом объеме выщелачивания в связи с длительностью процесса и большим разведением пульпы, высоких расходах пирита, необходимости использования штаммов микроорганизмов, выращиваемых не на пищевых продуктах и т.д. Все они со временем и при необходимости могут найти свои оптимальные технологические решения, но пока само направление так и осталось поисковым.

Интересные работы были выполнены по азотнокислотной автоклавной технологии (ВИМС), аммиачно-карбонатной, серноокислотной, аммиачно-сульфидной технологии, солевому выщелачиванию (Гипроникель), процессу с сульфатизирующим обжигом (ЛГИ). Всего было апробировано более 10 технологий переработки конкреций.

Однако уже в процессе выполнения исследований разных вариантов технологических схем извлечения ценных составляющих из ЖМК четко выявились два приоритетных варианта технологий, отличающихся весомыми преимуществами и глубиной проработки: сернистокислотная технология (ЦНИГРИ) и пирометаллургическая технология (ЦНИИЧермет) с альтернативными вариантами переработки комплексного сплава по схемам ИМЕТА и института Гипроникель.

Эти технологии были не только более детально разработаны, но и прошли так

называемые «пилотные» испытания. Эти испытания больше по масштабу, чем укрупненно-лабораторные, но еще не полупромышленные как по масштабам производства, так и по обеспечению непрерывности процесса.

ЦНИГРИ была налажена связь с институтом Механобрчермет в Кривом Роге. В этой организации длительное время разрабатывался гидрометаллургический серноокислотный метод получения марганцевых концентратов из Никопольских руд, предварительно обогащенных на фабриках. Два варианта серноокислотной технологии, сульфатный и дитионатный, испытывались на установке Механобрчермета и затем проходили промышленную апробацию на Марганцевском ГОКе.

Использовать возможность провести пилотные испытания на такой установке, предварительно реконструировав ее для технологии переработки ЖМК, значило сэкономить время и получить нужную информацию на минимально возможном объеме конкреций. Разрешение Мингео СССР было получено, около 1000 км ЖМК было переправлено на Украину, и проведены испытания. Руководил работой А.И.Романчук, принимали участие в испытаниях и лабораторном цикле исследований по переработке растворов выщелачивания старшие научные сотрудники Е.И.Королева, Н.В.Шведова, аспирант А.Н.Мельников. С огромным творческим интересом отнеслись к работе и оказали всестороннюю организационную помощь украинские исследователи: зам.директора Механобрчермета В.А.Арсентьев, зав.отделом обогащения К.И.Тищенко, зав.лабораторией К.Р.Тер-Даниэлянц и др.

В ЦНИИЧермете под руководством В.М.Ермолова в это время проводились укрупненные плавки ЖМК по пирометаллургическому варианту.

Весь четко спланированный и отслеженный при исполнении комплекс технологических исследований, выполненный отделом обогащения ЦНИГРИ и организациями-соисполнителями, позволил к 1984 г. подготовить необходимые исходные данные для сравнительных технико-экономических расчетов эффективности рекомендуемых технологий. Такие расчеты были выполнены

ВИМСом и Гипроникелем по данным десяти технологических схем.

Технико-экономическая оценка подтвердила эффективность нескольких разработок, при этом предпочтение было отдано как раз сернистокислотной и пирометаллургической технологиям.

В соответствии с Постановлением Правительства завершающим этапом технологических работ для ТЭО целесообразности освоения сырья была полупромышленная проверка. Проведение этих испытаний было несравнимо сложнее любых работ такого рода, выполняемых для руд разведываемых континентальных месторождений.

Во-первых, добыча полупромышленной пробы — дорогостоящая задача даже в том случае, если совмещается с экспедиционными геологоразведочными работами.

Во-вторых, во всем бывшем СССР не было ни одного действующего завода, ни опытной установки, на которых можно было бы осуществить всю технологическую цепочку переработки конкреций, начиная от вскрытия сырья до получения товарной продукции меди, никеля, кобальта, марганца. Долго сидели технологи-разработчики авангардных технологий в лабораторных кабинетах отдела обогащения ЦНИГРИ и подсчитывали, сколько тонн сырья надо извлечь из глубин морских, чтобы проведение двух полупромышленных испытаний обеспечило получение надежных результатов. Проба массой 600 тонн облегчила бы задачу работы и позволила в кратчайшие сроки организовать работу. Было доложено об этом в Управление минеральных ресурсов. И пыл исследователей быстро охладил Е.И.Иванов: «Вы обязаны найти возможности в два раза сократить массу ЖМК! Нельзя тратить столько денег на отбор проб!». Пришлось решать усложненную задачу: суметь и испытания провести, и подходящие установки для них найти.

На заявленный участок поля Кларирон-Клиппертон был направлен «Морской геолог», оснащенный всем необходимым для отбора и подъема представительных по содержанию основных компонентов проб.

В это же время проводилась титаническая работа по изысканию требуемых производственных мощностей для проведения полупромышленных испытаний. И они были

найжены. Правда, для этого нужно было в процессе работы поехать по стране, перевоза полупродукты переработки с одной установки на другую.

Полупромышленные испытания пирометаллургической технологии на пробе массой 300 тонн проводились по такой сложной схеме: восстановление ЖМК на Белорецком металлургическом заводе, плавка огарка и марганцевого шлака на Никопольском заводе ферросплавов, распыление сплава на Запорожском металлургическом заводе, гидрометаллургическая переработка сплава двумя альтернативными способами с получением металлических порошков на установке института Гипроникель, экстракционным способом — на Рязанском опытном экспериментальном металлургическом заводе института Гинцветмет. Сквозное извлечение по полной схеме составило: 94,6 % никеля, 81,7 % меди, 89,9 % кобальта, марганца (в ферромарганец) 71 %.

Практически одновременно с апробированием технологии плавки ЖМК шли полупромышленные испытания сернистокислотной технологии ЦНИГРИ. Работа проводилась на опытно-промышленной установке Соколовско-Сарбайского горнообогатительного производственного объединения, в течение ряда лет до этого специализировавшегося на переработке кобальтсодержащих пиритных концентратов по схеме, основанной на вскрытии сырья сульфатизирующим обжигом.

Реконструкция установки под осуществление сернистокислотного выщелачивания ЖМК и наладка процесса проходили трудно, но у руководителя этих работ А.И.Романчука уже имелся опыт работ по организации и проведению пилотных испытаний на установке Механобрчермета. В период испытаний в бригаду от института входили Н.В.Шведова, А.Б.Королев, А.Н.Мельников. Под методическим руководством бригады ЦНИГРИ работал весь коллектив опытного цеха Соколовско-Сарбайского объединения. Производственный цикл включал измельчение в шаровой мельнице при производительности 2—2,5 т/час.; выщелачивание ЖМК отходящими газами от окислительного обжига пиритных концентратов в печи КС, очистку растворов от железа и примесей по способу, защищенному автор-

ским свидетельством ЦНИГРИ, осаждение сульфида меди в концентрат с содержанием меди 50—65 % и извлечением 90—95 %; осаждение никель-кобальтового концентрата, содержащего 35—40 % суммы этих металлов при извлечении 90—98 %, осаждение 37—42 %-ного карбоната марганца с извлечением 95—98 %.

Соколовско-Сарбайские испытания на пробе массой 120 тонн позволили не только получить надежные параметры технологии вскрытия с использованием сернистого ангидрида, но и наработать достаточно большое количество концентратов цветных металлов и марганца для последующих испытаний по получению металлических порошков высокой чистоты и электротермического марганца. Эти исследования были проведены в институтах ЦНИИЧермет и Гипроникель.

Так в итоге выполненных разработок была создана защищенная пятью авторскими свидетельствами российская технология извлечения ценных составляющих из ЖМК, обеспечивающая извлечение в высококачественные продукты 77 % меди и 85—87 % никеля, кобальта и марганца. Эти данные вошли составной частью в ТЭД освоения нового вида минерального сырья — глубоководных ЖМК.

17 декабря 1987 г. Подготовительной Комиссией Международного органа ООН по морскому дну был выделен участок площадью 75 тыс. км<sup>2</sup> Советскому Союзу в зоне Кларифон-Клиппертон Тихого океана для разведки и последующего освоения ЖМК.

Это стало возможным благодаря слаженной четко научно скоординированной работе морских геологов и их флота, специалистов по созданию средств сбора и подъема материала на поверхность, технологов, проектантов и экономистов. Все эти виды работ сходились в «Центре Управления» — бывшим Мингео СССР и в значительной части — его головном институте ЦНИГРИ. Значима в этой проблеме роль технологов, разработавших прогрессивные, насыщенные «ноу-хау» технологии с получением товарных продуктов высокого качества. Заметный вклад в технологические работы по ЖМК, равно как и положительную роль расширения творческих контактов между учеными, внесли интернациональные исследования подвижных руд.

Эти работы проводились в рамках научно-технического содружества «Интерморгео» по проблеме «Исследование морей и океанов с целью использования их минеральных ресурсов».

Из стран-участниц СЭВ кроме нашей страны технологическими исследованиями занимались чехословацкие ученые. Институт минерального сырья (ИМС) города Кутна Гора работал с ЦНИГРИ по прямым контактам. В соответствии с программой 1981—1990 гг. стороны разрабатывали альтернативные варианты перспективных технологий. В ЦНИГРИ углубленно исследовались отдельные узлы технологии сернисто-кислотного выщелачивания и апробировались варианты расширения областей получения марганцевых продуктов различного состава и назначения. ИМС разрабатывал аммиачно-карбонатную технологию в варианте, отличном от того, который исследовался в институте Гипроникель в соответствии с внутрисоюзным координационным планом.

Разработки проводились в лабораториях институтов Москвы и Кутна Горы. Были проведены «пилотные» испытания технологий. Пилотные испытания аммиачно-карбонатной технологии с участием специалистов ЦНИГРИ А.И. Романчука и В.П. Ивановской осуществлялись на установке Института Исследования металлов (ИИМ) в Паненске Бржежаны; «пилотные» испытания сернисто-кислотной технологии — на полупромышленной установке Механобчермета.

В 1986—1989 гг. проводились работы по совершенствованию технологии вскрытия сырья по обсем технологиям, совместные исследования по разработке оптимальных путей получения марганцевых продуктов и элементов-спутников.

Несколько позже постановки отечественных работ по ЖМК и исследований по программе «Интерморгео» была создана Совместная организация «Интерокеанметалл», представляющая интересы нашей страны, Польши, Чехословакии, бывшей ГДР, Кубы по исследованию морского дна с последующей подачей заявки на выделение участка в Тихом океане для добычи ЖМК.

Работа российской и чехословацкой сторон продолжалась и по этой линии: в 1991 г. выполнялась совместная контрактная ра-

бота по аналитическому обзору нетрадиционных методов переработки и использования ЖМК.

Одновременно разработки ЦНИГРИ и ИМС-ИИМ были представлены в Интерокеанметалл на конкурс по разработке технического предложения по технологии переработки ЖМК для проектирования промышленного металлургического комплекса. Работа представлялась в числе девяти технических предложений от четырех стран-участниц СО ИОМ (б. СССР, ЧССР, ГДР, а также Куба). В составе конкурсной комиссии из 8 человек под руководством проф. Н.Семкова (Болгарии) участвовал от ЦНИГРИ А.И.Романчук.

По итогам конкурса разработки ЦНИГРИ разделили первое-второе места с пирометаллургической технологией.

С 1986 г. Камчатский филиал ГГП «Дальморгеология» начал вести геологоразведочные работы в западном секторе приэкваториальной зоны Тихого океана. Цель работы — выявление рудных полей кобальто-марганцевых корок (КМК).

В отличие от конкреций, сосредоточенных в абиссальных котловинах глубиной до 6000 м, корки покрывают выходы коренных пород подводных гор и возвышенностей глубиной до 800—4500 м. Корки содержат по сравнению с конкрециями меньше меди, никеля, марганца, но значительно больше кобальта: есть участки с содержанием последнего более 0,60 %. Встал вопрос о технологической оценке корок; и опять геологи ждали оперативной информации о показателях извлечения ценных компонентов из сырья. К моменту постановки исследовательских работ по КМК завершился основной цикл обогатимости конкреций: прошли лабораторные, пилотные и полупромышленные испытания. Во главе творческого коллектива технологов стал опытный металлург-«глубоководник» А.И.Романчук, ответственным исполнителем А.Б.Королев, участвовали в работе инженеры и лаборанты, которые знали, как ведет себя этот удивительный вид полезных ископаемых.

Показавшим себя с наилучшей стороны технологиям переработки ЖМК — гидрOMETаллургической с использованием сернистого ангидрида и пирометаллургической — плавке на комплексный сплав цветных ме-

таллов было отдано предпочтение при разработке схем извлечения составляющих из КМК.

Надо отметить, что именно при исследовании корок в полной мере и выявилась универсальность сернистоокислотной технологии ЦНИГРИ. Дело в том, что пирометаллургическая технология, как было показано исследованиями ЦНИИЧермета, неэффективна для переработки КМК в связи с невозможностью получения марганцевых ферросплавов необходимого качества. И это при том, что в структуре стоимости металлов, содержащихся в корках, на долю марганца приходится более 50 %. Что касается технологии с использованием сернистого ангидрида, то переход от одного железомарганцевого сырья к другому не оказал принципиального влияния на ее эффективность. Базовая схема переработки КМК включала сернистоокислотное выщелачивание полезных компонентов из сырья, осаждение сульфидного никель-кобальтового концентрата, кристаллизацию сульфата марганца из растворов и его термохимическое разложение. Технология обеспечила извлечение 87—91 % никеля, 87—89 % кобальта, 90—94 % марганца.

КМК представляется наиболее реальным для освоения сырьем в силу ряда причин: меньшая глубина залегания, доступная удаленность от дальневосточных берегов России, потребность в марганце и кобальте для доменного и сталеплавильного производства. Поэтому в настоящее время в ЦНИГРИ ведутся исследования по поиску способов использования КМК и продуктов их переработки в различных областях промышленности и сельского хозяйства. А марганец, добытый из КМК, окажется действительно универсальным: он необходим в сельском хозяйстве в качестве марганцированных удобрений, нефтеперерабатывающей и химической промышленности в качестве катализатора и др. Всем этим сферам человеческой деятельности необходимы растворимые соли марганца, бывшие дефицитными даже в границах СССР.

Все ЖМО — сырье не просто нетрадиционное, а уникальное. Многие изменилось с начала работ по разведке глубоководной части Мирового океана. Сейчас можно утверждать — это основной потенциальный источник марганца в России; наличие цвет-

ных металлов делает сырье еще более перспективным объектом для освоения. Однако даже при самых оптимальных вариантах освоения подводных месторождений пока это дорогостоящий процесс. Поэтому научная мысль все время работает в направлении создания таких разработок, которые обеспечивают получение не только продуктов различного состава и назначения по традиционным технологиям, но и использование ЖМО в нетрадиционных областях. Выбор таких областей подсказывается спецификой вещества. Так, как конкреции, так и корки, являются прекрасными природными сорбентами — обладают высокой пористостью и удельной поверхностью (около 200 мг/г). Значит, ЖМО могут быть использованы в качестве природного поглотителя вредных веществ как из жидкостей, так и из газа. Последнее время именно такому направлению исследований корок и конкреций стало уделяться все большее внимание. Наиболее интересным и перспективным представляется возможность использования ЖМО для очистки отходящих промышленных газов от диоксида серы. Ценность такого технического решения может заключаться в том, что ЖМО, будучи использованы в качестве природного сорбента — поглотителя газа, затем перерабатываются по существующим для этого сырья технологиям для извлечения цветных металлов и марганца. После использования ЖМО в качестве сорбента на их обработку требуется меньше расход реагентов для выщелачивания.

Гидрометаллурги лаборатории обогащения комплексных руд, те, кто занимался разработкой основных технологий извлечения ценных составляющих из ЖМО, а также новое творческое пополнение — Т.Н.Матевич, В.А.Никулин, в настоящее время своими научными работами «поднимают» экономические показатели этого могущественного сырья будущего.

ЦНИГРИ оказался приобщенным и к более экзотической, но, тем не менее, важной составной части минерально-сырьевого потенциала Мирового океана — глубоководным полиметаллическим сульфидам (ГПС)

Надо сказать, что этот вид глубоководного полиметаллического сырья, о котором первый раз было упомянуто только в конце семидесятых годов, сначала воспринимался

почти мистически — жгуче интересно, но нереально, по крайней мере с точки зрения практической значимости.

Да, реально существуют на глубине 2—3 тысяч метров в вулканических дугах, в срединно-океанических хребтах океанов конические и холмообразные рудные постройки от 1—3 до 10—15 м в основании и до 10—30 м в высоту, которые составляют рудные поля. Эти поля объединяются в рудные зоны протяженностью до 40 км, но это все, во-первых, глубоко под водой, во-вторых, такие проявления могли оказаться случайными и уникальными.

Однако уже в первые годы исследований было выявлено более 50 районов развития массивных сульфидов на поверхности дна. Поэтому систематические работы по исследованию ГПС, начатые с 1985 г. НПО «Севморгеология» и ПГО «Дальморгеология» позволили классифицировать сульфидные скопления, составить представление о закономерностях образования и определить потенциальные ресурсы. Уже через год после начала отечественных геологических работ встал вопрос о необходимости технологических исследований подводных сульфидов.

В ЦНИГРИ уже не было сомнений, кому поручать технологическую оценку ГПС. Ведь ранее лаборатория обогащения комплексных руд, руководимая в то время Н.Г.Клименко, исследовала сотни проб десятков руд разведываемых месторождений меди, цинка, полиметаллов России, ближнего и дальнего зарубежья. Поэтому, естественно, этим коллективом, руководимым В.П.Ивановской, а затем А.И.Романчуком, выполнялись работы по ГПС.

Из первых образцов подводных сульфидов создавались отечественные коллекции; они частично передавались в наш институт для изучения вещественного состава. Так начала поступать первая информация о руде с достаточно простым набором минералов, которые, однако, характеризуются развитыми изоморфными замещениями и комплексом элементов-примесей. Такое непостоянство вещественного состава дополняется чрезвычайно тесной взаимной ассоциацией сульфидов и их выделениями в породе.

Вот «сюрпризы», которые поступили от минерального сырья, добытого во всех основных перспективных регионах геологораз-

ведки — Восточно-Тихоокеанского поднятия и Срединно-Атлантического хребта в Мировом океане.

Первые пробы ГПС были настолько малы, что после отбора материала для изучения вещественного состава для раскрытия технологических свойств оставались сотни граммов, изредка первые килограммы материала.

Пришлось поднять отработанные ранее бывшими аспирантами методики отбора и флотационного изучения мономинеральных фракций руд континентальных месторождений. Использование этих методик позволило провести оценку технологических свойств руд, представляющих различные рудные поля, практически для всех проб. Был выявлен еще целый ряд особенностей, по которым однозначно предугадывались «большие неприятности» при селективном разделении минералов: микронные включения халькопирита в сфалерите вплоть до твердого раствора, тесная ассоциация сфалерита и пирита, наличие гидроксидных, гидросульфатных и других пленок сложного состава цветных металлов и железа, микронные включения вторичных минералов меди в кварцевой матрице и др.

У глубоководных сульфидных руд отмечаются и другие особенности по сравнению с рудами континентальных месторождений: они характеризуются высоким содержанием серебра, которое связано и с медными минералами, и с пиритом.

Как и следовало ожидать, флотационные методы с разнообразными сочетаниями реагентных режимов не позволили решить технологическую проблему; так, медные концентраты, богатые по основному металлу, зачастую имели высокое по сравнению с кондициями содержание цинка. Возникали проблемы с получением отвальных хвостов флотации. И в соответствии с данными вещественного состава, весомое количество цветных, благородных и редких металлов оказывается связанным с пиритом, извлечение этих металлов возможно осуществить только при его химическом вскрытии.

Так, при исследовании ГПС встала во весь рост «старая как мир» так называемая пиритная проблема. Известно, что пиритсодержащие продукты, являющиеся, по сути, тоже комплексным полиметаллическим

сырьем, давно и полно утилизируются в США, Германии, Канаде, Японии, Италии, Испании, Норвегии и др. странах. Пиритные концентраты используются для производства серной кислоты с последующим извлечением из них цветных и благородных металлов с получением кондиционных железных концентратов. Наибольшее распространение получили технологии цианирования концентратов, сульфатизирующего и хлорирующего обжига, хлоридовозгонки. У нас в стране пиритные концентраты используются только для производства серной кислоты, а огарки, содержащие массу ценных компонентов, накапливаются в виде колоссальных техногенных месторождений, оказывая пагубное влияние на местную экологическую ситуацию. Такое состояние было в СССР, такое же продолжает оставаться в России — пиритные концентраты Урала не реализуются, как и раньше.

Поэтому столько исследователей в геологии, цветной и черной металлургии уделяли пристальное внимание пиритной проблеме. Уже 20 лет назад в 1971 г. группой Н.Г.Клименко была разработана комбинированная технология переработки сырья, которая была затем испытана на десятках видов пиритных концентратов и апробирована в полупромышленных условиях в Воскресенском филиале НИУИФ с использованием печи КС.

Трудность реализации всех видов научных разработок в промышленности в полной мере проявилась в пиритной проблеме. Технология ЦНИГРИ характеризовалась малоотходностью, высокой комплексностью, возможностью использования существующего обжигового и сернокислотного оборудования, тем не менее внедрение ее в промышленность представляло большие трудности.

Разработки по «пиритной технологии» были использованы для извлечения ценных составляющих из сульфидных продуктов переработки ГПС. Это были кондиционные хвосты медной, медно-цинковой флотации или сфлотированные из них пиритные концентраты (с повышенным содержанием цветных металлов).

Главный разработчик технологии Н.Г.Клименко, естественно, как во всех своих исследованиях, подошла творчески к технологии переработки пиритов ГПС. Опера-



ции и режимы технологических схем действительно нуждались в корректировке из-за специфики вещественного состава продуктов. Необходимо было провести цикл по полной схеме. Вместе с тем, в процессе работы были внесены существенные усовершенствования. Наряду с отдельными узлами схемы были разработаны и новые методы, в частности, способ выщелачивания пиритного огарка ГПС, обеспечивающий одновременный перевод в раствор не только цветных, но и благородных металлов. Это давало возможность исключить применение цианида, сократить фронт операций и одновременно обеспечивало повышение извлечения благородных металлов. Было достигнуто высокое извлечение ценных составляющих в качественные товарные продукты: 90—98 % меди, 80—96 % цинка, до 60—90 % золота и серебра, 50 % железа, 45—50 % серы.

Геологоразведочные работы на ГПС находятся еще в начальной стадии. Продолжаются технологические исследования сырья.

По мере развития региональных и поисковых работ будут конкретизироваться задачи технологов, укрупняться масштабы исследовательских работ. Глобальная цель

технологической службы геологоразведки продолжает оставаться все той же: извлекать весь комплекс элементов и с высокими показателями извлечения.

Итак, технологи ЦНИГРИ оказались непосредственно привлеченными к мощному прорыву в изучении полезных ископаемых глубоководных районов Мирового океана, совершенного в восьмидесятих годах.

Морские геологоразведочные работы решают многоплановые задачи: от фундаментальных научных исследований закономерностей образования минеральных богатств океана до создания реального сырьевого потенциала России по марганцу и цветным металлам.

Какие бы экономические трудности не переживала наша страна, эти работы будут продолжаться. С ноября 1994 г. наступает время реализации обязательств по выполнению работ на ЖМК, принятых Россией в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г. О своей готовности участвовать в реализации технологии переработки железомарганцевых образований обогатители и металлурги ЦНИГРИ сказали вовремя.

© Н. Г. Клименко, 1995

## МНОГОЦВETИЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н. Г. КЛИМЕНКО (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Как поворот бриллианта вызывает появление лучей, подобных радуге, так и широкий набор минералов, несущих цветные металлы, может соперничать с этим набором красок. Еще более многоцветен набор свойств минералов. Здесь термин «многоцветие» следует понимать как в буквальном смысле, так и соотносить его с термином «многообразие». Используя то или другое свойство отдельного минерала или совокупности нескольких минералов, можно создать ту или иную технологическую цепочку из различных примесей и процессов. Отсюда вытекает чрезвычайная важность глубокого изучения

свойств минеральных комплексов, представленных в изучаемой руде.

Многоцветие изучаемых в институте с 1955 года руд выразилось широким спектром объектов, представленных рудами олова, вольфрама, титана, циркония, ниобия, меди, цинка, свинца, содержащими редкие, рассеянные и благородные металлы. Руды менялись не только по составу, но и по степени обогатимости, начиная от легкообогатимых, до «необогатимых» руд. надо сказать, что «необогатимость» зависит не только от свойств руды, но также от уровня развития технологии обогащения.

Коллектив «цветников» ЦНИГРИ со-здал схемы обогащения, дающие хорошие результаты для руд, считавшихся ранее не-обогатимыми. Работы проводились также на отвалах обогатительных фабрик и сернокис-лотных заводов, образовавшихся в резуль-тате многих лет работы предприятий по несовершенным технологиям. В результате в этих отвалах остались многие тысячи тонн цветных, редких и благородных металлов.

Изучаемые нами месторождения распо-ложены в самых разнообразных природных условиях, начиная от перепада высот + 5000 до — 4000 метров, включая высоко-горье и дно океана, на протяжении — от Заполярья до тропиков. Ниже будут рас-смотрены только некоторые из них: место-рождения Урала, Средней Азии, Украины, Северного Кавказа и Закавказья представ-ленные тонковкрапленными сульфидными рудами, рудами с различной степенью окис-ленности, нефтеносными песчаниками и уг-леродсодержащими рудами. Основными проблемами в обогащении руд цветных ме-таллов являлись: повышение извлечения цинка и благородных металлов из медно-цинковых руд, увеличение извлечения свинца и качества концентратов из тонко-вкрапленных полиметаллических руд, улучшение качества свинцовых концентра-тов и снижение расхода собирателя при переработке углеродсодержащих руд, разра-ботка методов переработки окисленных руд свинца и цинка. Наша работа была направ-лена на решение этих проблем. То, что в этом направлении нам удалось сделать, бу-дет показано ниже на конкретных примерах.

Для выбора наиболее эффективного ме-тода разделения минералов необходимо знать физические и химические свойства исходного объекта исследования, а также изменение этих свойств в процессе перера-ботки. Для анализа свойств руд и минералов применялся широкий арсенал физико-хими-ческих методов исследования, которые бу-дут освещены в соответствующих разделах.

Открытие месторождений многоком-плексных тонковкрапленных руд не позволи-ло ограничиться одними методами механи-ческого обогащения, а привело к необходи-мости разработки комбинированных схем, включающих обжиг и гидрометаллургиче-ские методы с использованием электрохими-

ческих процессов. Требовалось разработать методику исследования, с учетом системного подхода, которая могла обеспечить макси-мальное извлечение всех компонентов с на-ибольшей экономической эффективностью. Все работы проводились с предельным вни-манием к вопросам экологии, с девизом: «Осуществляя многоцветие обогащения, не нарушать многоцветие природы». Основной путь сокращения экологического влияния технологических процессов — это сокраще-ние количества и изменение качества вы-бросов. К числу таких частных улучшений можно отнести: использование серосодержа-щих газов для получения серы или серной кислоты, замена экологически опасного ре-агента менее опасным или безопасным, использование оборотных вод с промежуточ-ной их очисткой, что нашло отражение в ряде работ «цветников» ЦНИГРИ.

Коллектив технологов НИГРИЗолото расширялся за счет группы цветников под руководством Д.И.Недоговорова, перешед-шей из института ЦНИИОлово. Новые за-дачи, стоявшие перед институтом требовали воспитания коллектива специалистов широ-ко профиля. Горжусь плеядой своих талан-тливых учеников: А.П.Шапиро, В.П.Ива-новская, О.В.Глембоцкий, Н.В.Шегай, А.З.Ахмедов, Р.А.Кязимов, продолжавших после защиты диссертаций плодотворную научную деятельность в качестве старших научных сотрудников или руководителей подразделений института.

Как руководитель я считала необходи-мым привить своим сотрудникам любовь к выполняемой работе и ответственность за нее, научить их четкой постановке решаемой задачи, последовательности лаборатор-ных испытаний, а также всем операциям — от правильного отбора технологической про-бы до умения пустить фабрику. С этой целью аспиранты включались в бригады, руководимые мною для работы на месторож-дении или опытных и промышленных обо-гатительных фабриках.

Старалась до защиты диссертации озна-комить с работами аспирантов научную об-щественность путем участия их с докладами на совещаниях и семинарах, проводимых другими институтами. Работа по созданию коллектива лаборатории была не легкой, но я удовлетворена ее результатами.

Изучение свойств минерального сырья при технологических исследованиях. Прежде чем описывать решение конкретных проблем обогащения цветных металлов, следует остановиться на основной концепции подхода к изучению наших объектов. Начинались наши работы с глубокого изучения вещественного состава и физико-химических свойств руды, а иногда и отдельных минералов. Это служило основанием для выделения основных технологических особенностей руд. Использование результатов предварительных испытаний помогло в нашей работе соблюдать основной принцип — использовать методы, соответствующие свойствам руды, не дробить и не флотировать ничего лишнего, не накапливать промежуточных продуктов. Мы раз и навсегда отказались от конъюнктурного подхода, господствовавшего в то время в нашей промышленности — максимально «выхватить» тот металл, который нужен промышленности в данный момент, а остальное отправить в отвал до лучших времен. В каждом из наших исследований основной целью являлось обеспечение комплексного извлечения максимума полезных составляющих. Для этого мы применяли не только обогатительные, но и металлургические методы. Там, где разрабатывались новые процессы или применялись нетрадиционные реагенты, практические работы сочетались с теоретическими исследованиями для раскрытия механизма процесса.

Технологические исследования проводились в основном на рудах новых месторождений, поэтому наша работа была тесно связана с геологическими подразделениями института и отрасли работами в комплексных бригадах, включающих: геологов, геофизиков, минералогов, горняков, технологов и экономистов. Глубина исследования отвечала этапам геологоразведочных работ; на поисково-оценочной стадии уделялось внимание изучению вещественного состава, отобранных геологами проб и разработке принципиальной схемы для определения обогатимости руд; на стадии предварительной разведки, в большинстве случаев, технологи совместно с геологами принимали участие в выборе места отбора пробы по типам руд, стремясь приблизить пробу к среднему содержанию по изучаемому объек-

ту (типу руд, данной выработке и т.д.). На стадии детальной разведки соблюдалось обязательное участие технологов и специалистов проектной организации в выборе мест отбора промышленных сортов руд с целью максимального приближения состава пробы к составу руды, предполагаемой к дальнейшей переработке.

Использование методов технологического картирования месторождений сложных руд возможно, на наш взгляд, только на стадии детальной разведки по разработанной схеме и режиму. При картировании необходимо доводить продукты до товарных концентратов и ни в коем случае не останавливаться на получении коллективных концентратов и отвальных хвостов. Принятый нами принцип картирования не только обеспечивает прогноз изменения технологических показателей, но и используя данные свойства руды, позволяет дать рекомендации по изменению режима для обеспечения оптимальных показателей при эксплуатации руд. Такое картирование даст возможность геологам однозначно нанести кривые обогатимости на разрезах и профилях геологических материалов, а производственникам получить руководство к необходимому изменению режима при промышленном освоении меняющих состав руд.

Исследование каждой руды является творческим процессом. От глубины понимания технологических особенностей изучаемой руды зависит успех решаемой проблемы. Такой подход к методам поиска рациональной схемы переработки изложен в «Методических рекомендациях по обогащению полиметаллических руд» (Н.Г.Клименко, Н.Л.Горенков), изданных Научным советом по методам технологических исследований, а также в справочнике «Технологическая оценка минерального сырья», М., Недра, 1990 г.

Этапы роста коллектива «цветников» в ЦНИГРИ. Интересна история создания в ЦНИГРИ направления по обогащению руд цветных металлов. Группа «цветников» из НИИОлово в составе: Д.И.Недогоров, А.П.Шапиро, Т.М.Калашникова, С.Н.Щербакова и канд. хим. наук Н.Г.Клименко появилась в НИГРИЗолото в 1955 году, благодаря очарованию директора института Е.А.Савари. В момент перевода ЦНИИОло-

во из г.Подольска в Новосибирск Техническое Управление МЦМ предложило нам три варианта: уехать вместе с институтом, перейти в институт Гиредмет, где Д.И.Недогоров возглавил бы лабораторию обогащения и третий вариант — институт НИГРИ-Золото. В Новосибирск мы ехать не могли, так как у всех были семьи, выбор же из двух предложенных институтов однозначно был решен в пользу НИГРИЗолото после беседы с директорами того и другого института. И большинство из нас не пожалели. Всегда «цветники» ощущали крепкую поддержку дирекцией развития наших работ, в части которых Евгений Андреевич нередко принимал непосредственное участие.

Первые работы в недрах отдела обогащения НИГРИЗолото были связаны с окончанием исследований по флотации касситерита, начатых в ЦНИИОлово. Разработанный в лаборатории прежнего института режим был внедрен Д.И.Недогоровым и А.П.Шапиро на Хрустальненском комбинате и испытан в полупромышленных условиях на Актюзском комбинате Н.Г.Клименко и Т.М.Калашниковой.

Пионерской работой являлся процесс обогащения хвостов вольфрамовой фабрики Джидинского комбината в тяжелых суспензиях в гидроциклоне под руководством Н.Г.Клименко при участии А.П.Шапиро и Т.М.Калашниковой.

Потребность народного хозяйства в таких металлах, как титан, цирконий, ниобий, стимулировала развитие работ в ЦНИГРИ по рудам месторождений этих металлов Восточной Украины и Западной Сибири. Часть сотрудников института, занимавшихся раньше только золотом, была переключена на цветные металлы. Для россыпей Верхне-Днепровского комбината разработана и испытана на фабрике флотационная схема получения цирконового и титанового концентратов (Д.И.Недогоров, А.И.Берлинский, А.П.Шапиро, М.Ю.Залеткина). По одному из месторождений Западной Сибири впервые в ЦНИГРИ была разработана безотходная технология обогащения песков, обеспечивающая высокие технологические показатели по флотационному извлечению основных ценных компонентов в селективные кондиционные концентраты (циркониевый, ильменитовый,

монацитовый). Разработка технологии получения высококачественных кварцевых песков для стекольной промышленности и каолина — для производства огнеупоров (Е.А.Савари, А.А.Фролова, Л.И.Банденок и др.). Большая комплексная бригада была создана под руководством заместителя директора ЦНИГРИ д.г.-м. наук С.А.Кашина для изучения пироксид-циркониевых руд Ждановского месторождения, представленного небогатимыми шлами выветренных руд. Для них разработана гидрометаллургическая схема извлечения ниобия и тантала. Для уточнения параметров комплексного использования пироксид-циркониевых руд по технологии, рекомендуемой ЦНИГРИ, была построена опытная фабрика на Донском комбинате (С.Н.Россовский, И.Н.Юдина, Н.Г.Бащенко и др.). Одновременно проводились работы на Ярегском месторождении нефти. Разработана технология комплексной переработки уникального вида рудного сырья — нефтеносных титановых песчаников (Н.Г.Бащенко, А.П.Шапиро). Присутствие нефти, нивелирующей поверхностные свойства всех минералов, потребовало разработки специальных приемов и методов флотации с целью получения наряду с нефтью кондиционного титанового концентрата. Был определен механизм взаимодействия нефти с основными минералами, составляющими россыпь: лейкоксеном, сидеритом, кварцем. С помощью инструментальных методов, было показано, что нефть на поверхности кварца закрепляется механически, а с поверхностью полезных компонентов связана химически, благодаря наличию в ее составе нефтяных кислот. Испытан много методов разделения нефти и лейкоксена (кроме сжигания нефти), удалось доказать, что наиболее рациональным методом является центрифугирование в жидкости с повышенным удельным весом.

Разработанная флотационная схема, благодаря незаурядным организаторским и дипломатическим способностям А.П.Шапиро, была внедрена на опытной фабрике Ярегского комбината, а Анне Пантелеевне присвоена степень кандидата технических наук при защите диссертации, в основу которой была положена разработанная технология.

В 1964 году существовавшая группа «цветников» была выделена из отдела обо-

гащения в отдельную лабораторию — лабораторию сульфидных руд. Это была небольшая лаборатория, в составе которой был только один человек со степенью — это заведующая лабораторией канд.хим.наук Н.Г.Клименко. Однако коллектив был трудоспособный и творческий. Работы проводились по многим рудам Урала, Кавказа и Сибири. Я, возглавлявшая лабораторию и являвшаяся руководителем аспирантов, стремилась создать сильный в научном смысле коллектив, и спустя десяток лет в лаборатории работало уже 6 кандидатов техн.наук. К этому времени уже защитили диссертацию А.П.Шапиро (1967 г.), В.П.Ивановская (1968 г.), О.В.Глембоцкий, Н.В.Шегай и Н.Д.Клюева (1962 г.). пришли кандидатами технических наук Д.Х.Ким, С.А.Румянцева (рис. 1).

При проведении лабораторных работ по технологической оценке сырья постоянно ощущалась потребность осуществления непрерывного процесса. Пытались проводить его на примитивной установке, организованной в «фургоне» во дворе института. Установка состояла из мельницы, классификатора и одной десятикамерной машины.

При усложнении состава руд на этой установке невозможно было осуществлять технологические исследования, соответствующие

ни нашим желаниям, ни требованиям Государственного Комитета по запасам.

Дальнейшее расширение работ по технологической оценке руд цветных металлов связано с организацией в 1965 году полупромышленной установки в г.Богородицке на базе Тульской тематической экспедиции ЦНИГРИ. Нельзя не отметить организующую роль директора института Е.А.Савари и начальника экспедиции Н.М.Никитина. Деятельное участие в этой работе принимали зам.директора Б.П.Макаров, ст.н.с. Г.В.Галкин, ст.инж. Р.В.Сиротинский. Монтаж флотационной установки был закончен за 1,5 года, и представительная комиссия дала добро пустить установку в эксплуатацию.

Первыми работами, проведенными на установке в г.Богородицке, были «Испытания ионитов во флотации руд Золотушинского и Учалинского месторождений».

Опытные лаборанты Н.Д.Голубева и М.Н.Низовская, проработавшие много лет в НИГРИЗолото и ЦНИГРИ, были незаменимы как в лабораторном эксперименте, так и при полупромышленных испытаниях. К этому времени Тульский отдел пополнился новыми специалистами-обогащателями с производства. Приехали А.И.Никулин, Н.Л.Горенков, В.В.Филинова. Люди



Рис. 1. Коллектив лаборатории обогащения сульфидных руд (1975 г.).

неравнодушные, заинтересованные в работе. Большой производственный опыт позволил им быстро войти в науку.

Новую установку посетил Министр геологии А.В.Сидоренко, результатом чего явился приказ по расширению начатых работ со строительством более крупной полупромышленной установки в Туле и организацию при ней нескольких лабораторий, в том числе лаборатории обогащения руд цветных металлов, под руководством Н.Л.Горенкова. Отдел обогащения Тульского филиала возглавил А.И.Никулин. Будучи прекрасным организатором, он в короткое время сумел пустить в работу все лаборатории и непрерывную установку, благодаря наличию которой удавалось проводить исследования многих руд с законченным циклом переработки. Оснащение установки и организация работы на ней обеспечивали воспроизводимость полученных на ней показателей в дальнейших исследованиях на опытных фабриках. Показатели работ на непрерывной установке в Туле давали уверенность при защите запасов в ГКЗ. Открытие в шестидесятых годах ряда месторождений цветных металлов в Азербайджане послужило поводом для организации в 1971 году многопрофильного отдела ЦНИГРИ в г.Баку, который возглавил канд.техн.наук Р.Х.Мирзоев; технологическую лабораторию — инженер А.З.Ахмедов. Это явилось дальнейшим развитием работ по изучению руд цветных металлов. Трудно было найти в Баку обогатителей, однако упорный и настойчивый характер Алипера Зейналовича и помощь Рамзея Хейрулаевича позволили создать за короткое время коллектив, способный проводить оценочные работы, сначала с участием специалистов московских лабораторий, а потом самостоятельно. Один из ведущих сотрудников отдела — микробиолог Н.И.Махмутбекова — начинала работу буквально на пустом месте, а через несколько лет проводила натурные испытания кучного выщелачивания отвалов Кедабека с использованием микроорганизмов.

В организации Азербайджанского филиала и его становлении, так же, как и Тульского, трудно переоценить роль Е.А.Савари и весьма энергичного директора филиала М.М.Мамедова. Расширение объектов исследова-

ния цветных металлов послужило причиной создания еще одной непрерывной действующей установки в г.Баку. Главным технологом был назначен канд.техн.наук Р.А.Кязимов.

К 1980 г. коллектив «цветников»-обогачителей в Москве, Туле и Баку составил около 60 человек, владеющих не только теоретическими знаниями и умением вести лабораторные исследования, но также способных самостоятельно проводить полупромышленные испытания на непрерывно действующей установке или опытных и промышленных обогатительных фабриках.

Научные проблемы, поставленные жизнью перед обогатителями-«цветниками». Наличие в коллективе обогатителей высококвалифицированных специалистов позволило ставить и решать вопросы по ряду важнейших проблем:

повышение комплексного использования медно-цинковых колчеданных руд;

технология переработки тонковкрапленных труднообогатимых полиметаллических руд;

обогащение углистых свинцово-цинковых руд;

переработка небогатимых окисленных свинцово-серебряных и цинковых руд;

изыскание новых, экологичных режимов разделения медно-свинцового концентрата, исключая из процесса цианид.

Методам решения этих проблем и посвящено дальнейшее изложение.

Повышение комплексного использования медно-цинковых колчеданных руд. Решение этой проблемы было начато с ревизии фактического положения по распределению редких, рассеянных и благородных металлов по продуктам обогащения на обогатительных фабриках Урала, Казахстана, Узбекистана и Северного Кавказа.

Работа эта выполнялась под руководством Е.А.Савари и Н.Г.Клименко. Бригада в составе А.П.Шапира, В.П.Ивановской и Е.И.Королевой выезжала на места, опробовала сотни продуктов переработки и анализировала годовые отчеты фабрик. Организаторские способности каждой из этих трех замечательных женщин, о которых лучше не скажешь, чем Н.А.Некрасов:

«Коня на скаку остановит, в горящую избу войдет»,

позволили закончить этот трудоемкий этап в короткий срок.

Следом за этим, в лаборатории начались исследования по определению форм нахождения благородных металлов в продуктах обогащения и выяснению распределения их по ходу технологического процесса.

На Северном Кавказе были выбраны руды Урупа и Худеса, в то время еще не перерабатываемые. Здесь пришлось отбирать пробы руды, разработать рациональную схему их переработки, и только после этого проследить распределение редких, рассеянных и благородных металлов в продуктах переработки. Проведенные в лаборатории исследования позволили определить, что основные потери рассеянных элементов связаны с их приуроченностью к пириту (рис. 2).

Результаты работы были использованы при составлении справочника «Селен и теллур», М. Госгеолтехиздат, 1959 г., авторы — д.г.-м.наук Н.В.Петровская и канд.хим.наук Н.Г.Клименко. При изучении Уральских руд было определено, что формы нахождения благородных металлов весьма разнообразны. В рудах месторождения Гай и Кальмакир было найдено как свободное золото, так и тесно связанное с медными минералами и пиритом. В большинстве же колчеданных руд свободное золото практически отсутствует (Сибай, Учалы, Худес и ряд изучаемых в более позднее время руд). Сейчас все это подтверждено многочисленными работами других исследователей, но 30—40 лет тому назад, когда мы начинали работы, это еще не являлось столь очевидным. Были разработаны конкретные предложения повышения извлечения каждой из этих форм. Для извлечения свободного золота был рекомендован короткоконусный гидроциклон, промышленные испытания которого проведены на Алмалыкской фабрике (Е.А.Савари, А.П.Шапиро, А.А.Фролова). Испытания показали, что реализация этой рекомендации позволяет повысить извлечение золота на 4 % с получением продукта, содержащего золота 20 г/т.

Наиболее значительным резервом повышения комплексного использования колчеданных руд являются пиритные концентраты. Разработке рациональных схем комплексного использования пиритсодержащего



Рис. 2. Устье штольни месторождения Уруп. Геологи Ю.К.Озеров и А.Ш.Курбанов, технологи - Е.А.Савари, Н.Г.Клименко (слева направо).

сырья посвящены многие годы деятельности лаборатории, в течение которых разработаны теоретические основы сульфатизирующего обжига, проведены лабораторные испытания на пиритах многих месторождений, полупромышленные испытания на опытных заводах в Усть-Каменогорске и химкомбинате в г.Воскресенске. Задача сульфатизирующего обжига заключается в возможно более полном переводе нерастворимых в воде сульфидов цветных металлов в сульфаты и освобождении благородных металлов из зерен пирита, при этом железо остается в виде окислов.

Были проведены исследования с целью определения роли сульфата натрия в обжиге пирита. Работа сделана сотрудниками лаборатории, канд.хим.наук Н.Д.Клюевой и

Е.И.Королевой, умелые руки и светлые головы которых позволили вскрыть сущность процесса: обнаружено наличие двойных солей сульфата натрия и сульфата основного металла изучаемого минерала.

Экспериментальные работы проведены с привлечением термогравиметрического метода, применяемого при обжиге чистых минералов: сфалерита, пирита и халькопирита и изучения ИК-спектров образующихся соединений. При наличии сульфата натрия увеличивается скорость сульфатообразования, глубина сульфатизации, расширяются температурные интервалы существования сульфатов, снижается ферритообразование. Присутствие сульфата натрия способствует образованию сульфата железа, который, в свою очередь, является хорошим сульфатизатором цветных металлов. Все это способствует повышению извлечения в раствор меди, цинка и кобальта.

Следует отметить, что имея в составе лаборатории такого квалифицированного специалиста-химика, как Нина Демидовна, можно было решать и ряд других вопросов по изучению механизма разрабатываемых процессов.

Комбинированная схема впервые (1959 г.) предложена нами для переработки колчеданных руд Худеса (исполнители О.В.Глембоцкий и В.П.Ивановская). Схема предусматривала получение медно-цинкового и пиритного концентратов с последующей их пиро-гидрометаллургической переработкой. Извлечение в конечные кондиционные концентраты составило (%): медь — 92; цинк, индий и кадмий — 70, железо — 88. Сера, селен и теллур извлекаются на 90 % в возгоны. Извлечение кобальта в медно-кобальтовый концентрат — 55 %. Показатели близкие к этим, были получены и для руд Урупа. Совершенствование схемы проводилось на рудах месторождений: Учалы (Т.М.Калашникова), Осеннее (Е.И.Королева), Холоднинское (Н.Г.Машурьян), Катехское (О.В.Глембоцкий), Кацадагское (Н.В.Шегай) и другие. Полупромышленные испытания проведены на пиритах Сибая (Н.Г.Клименко, Е.И.Королева, Д.Х.Ким и А.З.Ахмедов), Майкаина (Н.Г.Клименко, А.З.Ахмедов), Филизчая (Н.Г.Клименко, А.З.Ахмедов, Р.А.Кязимов, Д.Х.Ким, Н.И.Барашнев). По каждому месторожде-

нию после обогащения переработано по 300 т концентрата с получением конечных продуктов: серы в виде серной кислоты; селена и теллура в шламах мокрой газоочистки; меди, цинка, свинца в селективных продуктах, содержащих и благородные металлы. Отработанный огарок представлял железный концентрат. Степень комплексного использования колчеданных руд составила 80—85 % против 56—60 %, существовавших в то время в практике обогащения данного типа руд. Неоднократно проведенный рядом организаций технико-экономический расчет показал высокую рентабельность процесса.

В обзоре «Анализ современного состояния переработки колчеданных руд» (Н.Г.Клименко, Р.А.Кязимов, М., 1987 г., ВИЭМС), показано, что сульфатизирующий обжиг осуществляется в промышленности ряда стран.

Распространение схемы сульфатизирующего обжига на пириты ряда вновь открытых Уральских колчеданных месторождений показало, что при внедрении этого метода могли быть спасены многие тысячи тонн цветных металлов и десятки тонн рассеянных и благородных металлов (к.х.н. Н.Г.Клименко, докт.г.-м.н. А.Г.Злотник-Хоткевич, к.г.-м.н., Н.Г.Коронова).

В настоящее время схема совершенствуется с целью коллективного извлечения цветных и благородных металлов в солевой раствор, исключая использование цианида. Растворенное золото и серебро осаждается одновременно с цементацией меди. Схема проверена на переработке пиритсодержащих хвостов Уральских фабрик (А.И.Романчук, Н.Г.Клименко), а также на пиритах глубоководных сульфидов (В.П.Ивановская, Н.Г.Клименко, Л.И.Бочек). Результаты, полученные при исследовании различных колчеданных руд, неоднократно докладывались на конференциях, излагались в периодической литературе, доводились до сведения планирующих и ведомственных организаций, но практическое использование всех полезных составляющих пирита отсутствует до сих пор. Извлекается только сера, огарок складывается, занимая огромные площади, отравляя воздушное пространство и водные артерии, в которые смывается медь и цинк,



растворяющиеся дождями при хранении огарка.

Одновременно с углублением работ по пиритной проблеме, развивалось другое направление — совершенствование режимов флотации медно-цинковых руд, основной сложностью в обогащении которых является низкое извлечение цинка в одноименный концентрат. Потери цинка в медном концентрате составляют на отдельных фабриках Урала 30—45 %. Обусловлено это тесной ассоциацией медных и цинковых минералов, образованием при тонком измельчении большого количества шламов, активацией сфалерита ионами меди как в месторождении, так и при флотации.

Работы развивались в двух направлениях — по дезактивации активированного в месторождении минерала и по предупреждению активации его в процессе флотации.

Был изучен ионный состав жидкой фазы пульпы. При сравнительно низком содержании ионов меди в растворе, за счет растворения вторичных и окисленных минералов, абсолютное количество ее вполне достаточно, чтобы активировать сфалерит, сорбирующий медь. Необходимо было найти конкурента, который бы обладал большей скоростью сорбции ионов меди, чем сфалерит. Таким веществом оказались ионообменные смолы-катиониты, предложенные нами впервые в качестве флотационного реагента-регулятора. Использование ионообменных сорбентов при измельчении руды или доизмельчении коллективных концентратов позволяет снизить концентрацию растворимой меди в пульпе во всех последующих переделах, уменьшить активацию сфалерита в циклах медной и медно-свинцовой флотации и улучшить показатели обогащения.

Эффективность действия ионитов во флотационном процессе проверена в лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаниях на медно-цинковых, свинцово-цинковых и полиметаллических рудах. Наибольший эффект был достигнут на Майкаинской фабрике при работе ее на руде верхних горизонтов, содержащей до 30 % вторичных минералов меди. Был получен прирост извлечения по меди 6,3 %, по свинцу 7,6 % и по цинку 12,2 % при одновременном улучшении качества медного (2,6 %) и цинкового (1,4 %) концентратов

(Н.Г.Клименко, Л.В.Царенко, Т.М.Калашникова). Разработка была внедрена, и Майкаинская фабрика работала на этом режиме, пока перерабатывала данный сорт руды.

При полупромышленных испытаниях на Сибайской фабрике при использовании катионита, снижены потери цинка в медном концентрате на 10—11 % при аналогичном увеличении его извлечения в одноименной концентрат (Н.Г.Клименко, О.В.Глембоцкий).

На Белоусовской фабрике при использовании сульфоугля, наряду с повышением извлечения цинка, были снижены потери золота в сливе медного сгустителя, так как сульфоуголь является сорбентом и для цианистого комплекса золота, и осадок нагруженного сульфоугля накапливается в сгустителе вместе с медным концентратом.

На рекомендуемый процесс получено два авторских свидетельства, материалы исследований доложены на VIII Всемирном съезде обогащителей (докладчик Н.Г.Клименко), на других Всесоюзных конференциях и опубликованы в периодической печати. Кроме того, издана монография «Применение ионитов для повышения селективности флотационного процесса», М., Недра, 1974 г., авторы Н.Г.Клименко, В.П.Ивановская, Т.М.Калашникова. Основным исполнителем по ионообменному процессу являлась В.П.Ивановская.

Викторией Петровной проведена большая работа по определению физико-химических констант сорбции меди на катионите и отдельных минералах. Кроме лабораторных работ под ее руководством были проведены полупромышленные испытания на Белоусовской фабрике. Трудолюбие Викторией Петровны и умение легко осваивать смежные области и новые инструментальные методы, позволили представить эту работу в качестве кандидатской диссертации и в 1968 году успешно ее защитить. Первым помощником В.П.Ивановской была ст.лаборант Г.И.Глебова, проработавшая в институте много лет; в ее работе сочеталось высокое мастерство и ответственность за порученное дело.

Более сложной задачей являлись поиски способа дезактивации сфалерита, активированного в месторождении. Здесь нами был использован широкий спектр реагентов, в

частности, различные красители в качестве возможных комплексообразователей. Показано, что хромовые красители являются депрессорами при флотации активированного сфалерита. Методами ультрафиолетовой спектроскопии сорбции ксантогената отдельными минералами установлено, что депрессия активированного в месторождении сфалерита, вероятнее всего, обуславливается удалением с поверхности сфалерита активирующей пленки меди в результате образования растворимого комплекса меди и хромового красителя. Халькопирит, где при избытке меди происходит постоянное отслаивание пленки и обновляется поверхность, сохраняет высокую флотоактивность. Флотацией чистых минералов, а затем руды месторождения Балта-Тау с заведомо активированным сфалеритом, подтверждено значительное снижение содержания последнего в медный концентрат. Работы выполнены канд.техн.наук А.П.Шапиро и канд.хим.наук Н.Д.Клюевой.

Для дезактивации активированного в месторождении сфалерита была испытана перед флотацией обработка руды тионовыми бактериями *Th. ferrooxidans*. Возможность эффективности этого процесса подтверждается высокой скоростью бактериального окисления вторичных сульфидов меди, особенно ковеллина и халькозина.

На основании теории микрогальванических элементов и результатов, проведенных нами исследований по замеру электродных потенциалов сульфидов в бактериальной среде, а также результатами флотационных опытов по селекции медно-цинкового концентрата показано, что бактерии *Th. ferrooxidans* могут эффективно дезактивировать активированный сфалерит, растворяя на его поверхности ковеллиновые пленки. Во избежание вторичной активации сфалерита перешедшими в раствор ионами меди желательно проводить дезактивацию в присутствии катионита. Работа по микробиологическим процессам и последующая проверка флотационными методами проведена канд.техн.наук Д.Х.Кимом. Будучи специалистом в области биогидрометаллургии, Дмитрий Хаксунович внес вклад в работы лаборатории еще по одному новому направлению — использованию бактерий для из-

менения гидрофобности поверхности сульфидов.

Для снижения потерь цинка в медном концентрате предложены и чисто гидрометаллургические методы — растворение цинка в серной кислоте с добавками окислителя. С использованием этого метода показана возможность увеличения извлечения цинка при обогащении Гайских руд на 7—10 % (Р.А.Кязимов, Н.Г.Клименко).

Для повышения селективности разделением медных и цинковых минералов проводились поиски наиболее селективных собирателей. Удалось показать, что таковыми могут быть фармазаны (А.П.Шапиро, Н.Д.Клюева). Испытаны с положительным эффектом некоторые продукты нефтепереработки (А.З.Ахмедов). Приоритетность предложенных реагентов подтверждена несколькими авторскими свидетельствами. Были проведены поиски новых депрессоров сфалерита, исключающих цианид. Наиболее эффективным оказался гидросульфит натрия (Н.Г.Клименко, А.Г.Лопатин).

Загадки полиметаллических, тонковкрапленных труднообогатимых руд. Основным затруднением при обогащении колчеданных полиметаллических руд является замедленная флотируемость свинцовых минералов и активная флотация пирита, что обуславливает низкое извлечение свинца и загрязнение пиритом медных и свинцовых концентратов. Проблема эта особенно обострилась в связи с появлением руд новых месторождений Азербайджана. По результатам первых исследований, проведенных в Гинцветмете, руды эти были отнесены в разряд небогатимых.

Была сделана попытка установить причину аномального поведения галенита. Используя идеи, развиваемые школой И.Н.Плаксина, чл.-корр. В.А.Чантурия и докт.техн.наук Р.Ш.Шафеева, мы пошли по пути изучения изменения электрохимических потенциалов минералов при их взаимодействии в пульпе. Было показано, что пульпа колчеданных руд имеет рН 6,5. В этих условиях потенциал пирита положителен, а галенита — отрицателен, что определяет ухудшение селекции минералов. Это вызывается двумя явлениями: с одной стороны налипанием разноименно заряженных шламов галенита на зерна пирита, что по-

вышает флотуемость последних, с другой стороны, возникновением микрогальванических элементов, обуславливающих окисление зерен галенита пиритом. Это приводит к снижению извлечения свинца в пенный продукт. Эксперимент по взаимному влиянию минералов в пульпе был продолжен с другими сульфидами: халькопиритом, борнитом, халькозином, пирротинном и арсенопиритом. Анализ полученных результатов подтвердил вывод о том, что под воздействием пирита поверхность галенита окисляется, что окисление поверхности для каждого отдельного сульфида выгодно лишь до определенного предела, после которого наступает ухудшение флотуемости вследствие образования на их поверхности гидрофильных слоев, т.е. новых фаз с совершенно иными, отличающимися от основного вещества, электрофизическими и электрохимическими свойствами. Налипание шламов галенита на поверхность отдельных зерен пирита сдвигает потенциал последних в отрицательную сторону, снижает время индукции, т.е. повышает прилипание пирита к воздушному пузырьку.

Для устранения вредного влияния шламовых покрытий нами рекомендована оттирка в плотной пульпе, что позволило снизить флотуемость пирита и увеличить извлечение свинца при обогащении руд Катеха и Филизчая.

Работа по изучению электрофизических и электрохимических параметров сульфидов была представлена в качестве диссертации Глембоцкого О.В., при защите которой ему единогласно была присуждена степень кандидата технических наук. Борьба с окисленными пленками на галените явилась предметом одной из частей диссертации Р.А.Кязимова, которым предложен новый реагент ЭДТА, растворяющий окисленные пленки на галените.

Изучение окислительно-восстановительных процессов в пульпе было продолжено в работах докт.техн.наук А.Г.Лопатина и Н.Л.Горенкова; в диссертационной работе последнего удалось установить определенные закономерности. Было показано, что гидросульфит натрия в щелочной среде является сильным депрессором пирита и сфалерита. Влияние реагента ослабевает при включении в сфалерит вторичных минера-

лов меди. В диссертационной работе установлено также влияние гидросульфидов на раствор технического ксантогената — перевод окислившейся его части в активную ионную форму. Регулируя величину редокс-потенциала и прослеживая при этом флотационное поведение отдельных минералов, удалось найти практические пути совершенствования режима обогащения труднообогатимой руды месторождения Озерное. Создавая восстановительную среду в измельчении руды с помощью сульфита или гидросульфита натрия, с последующей аэрацией пульпы для депрессии пирита, удалось управлять флотуемостью галенита и пирита, в рудах, которые другими исследователями были отнесены к категории необогатимых. За эту работу А.Г.Лопатин был удостоен звания Лауреата Государственной премии. Новый метод изложен в методике «Метод повышения селективности сульфидной флотации с применением сульфоксидных восстановителей», авторы: А.Г.Лопатин, З.М.Гирдасова, Н.Л.Горенков, 1989.

Многолетние работы по рудам Азербайджана — это целая эпоха в жизни лаборатории. Начатое в 1963 году изучение руд Филизчая продолжалось в течение 15 лет с рудами различного состава и степени окисленности, начиная с окисленных и кончая первичными рудами нижних горизонтов. Объем исследований — от лабораторных, полупромышленных до промышленных на опытных обогатительных фабриках и сернокислотного завода по испытанию схемы комплексной переработки пирита.

Изучение минерального состава по всем рудам, исследованным в лаборатории проводила минералог И.С.Макарова. Особенно много было уделено внимания тонковкрапленным сульфидным рудам. Следует отметить, что участие в работах Ирины Семеновны не ограничивалось изучением минерального состава, она была участником почти всех полупромышленных испытаний и исполняла роль флотатора или реагентщика. Ее общительный веселый характер и остроумие помогали снять усталость всей бригады, простоявшей над флотационной машиной 1,5—2 смены.

Изучением руд Азербайджана под руководством Н.Г.Клименко занимался большой коллектив сотрудников. В работе участвова-

ли: А.З.Ахмадов, Р.А.Кязимов, О.В.Глембоцкий (Катех), Н.В.Шегай (Кацдаг). Ребята как на подбор:

«Гвозди бы делать из этих людей, крепче бы не было в мире гвоздей».

Если Ахмадов, Кязимов, Глембоцкий в то время еще начинали свой путь, то Н.В.Шегай уже имел большой производственный опыт. Однажды мои «гвоздики» поржавели. Для выбора мест отбора по всем трем месторождениям вместе со мной выехала бригада в составе: А.З.Ахмадов, О.В.Глембоцкий и Н.В.Шегай. Сначала мы провели работу на Катехе, затем вертолетом поднялись на Кацдаг. Закончив там работы, мы пешком по горным тропам спускались на Филизчай. Мне не составляло труда двигаться в темпе проводника из местных геологов, но такой темп заставил изрядно потеть моих спутников, которые в конце концов взмолились о пощаде. С Филизчая мы возвращались в Белоканы на вездеходе под проливным дождем. Дождь был настолько сильным, что пробивал обильную растительность на голове Николая Ворсоновича. Вездеход двигался по сплошному грязевому потоку и в любой момент мог сползти с верхней дороги в ущелье.

Работа по Филизчаю начата по инициативе главного геолога Управления Н.Е.Бухман в тесном содружестве с докт.г.-м.наук М.Б.Бородаевской при содействии главного специалиста Министерства геологии СССР — Т.К.Павленко. Приятное впечатление о совместной работе с ними не было нарушено и позднее при работе с главным геологом Управления Т.Г.Гаджиевым. Закончилась работа при кураторстве докт.г.-м.наук Н.К.Курбанова.

Технико-экономическую оценку руд Азербайджана выполнял канд.техн.наук С.И.Владимиров, а позднее к.т.н. А.П.Шапино, которая к этому времени переквалифицировалась на экономиста и завоевала непререкаемый авторитет в этой области.

Разработанная схема с высоким комплексным извлечением всех промышленно ценных компонентов была награждена на ВДНХ СССР двумя золотыми и тремя серебряными медалями. Схема получила одобрение группы специалистов ФРГ, которые предлагали совместную эксплуатацию месторождения. Однако это встретило про-

тивдействие планирующих органов Азербайджана, которым хотелось эксплуатировать это месторождение с получением в республике не концентратов, а металла. То, что схема эта рациональна, доказывает пуск в 1979 году для переработки аналогичных руд комбината «Аспериза» (Испания). Схема комбината аналогична предложенной нами в 60-х годах для руд Филизчая. Подобно рудам Филизчая, в наших работах изучены колчеданные руды Лешуд-Урсулуй (Румыния, Н.Г.Клименко, Т.М.Калашникова) и руды Санта-Люсия (Куба, А.П.Шапино и др.).

Такому же детальному изучению, как руды Филизчая, были подвергнуты руды Уч-Кулача. Исследование возглавляла талантливый исследователь к.т.н. С.А.Румянцев. Работы проводились в течение десяти лет (1973—1983) сначала в Москве, а затем продолжались в АзЦНИГРИ под руководством к.т.н. Р.А.Кязимова. Испытаны руды различных типов с отбором проб по глубине и по простиранию рудного тела.

Сложная полиметаллическая руда Захаровского месторождения потребовала особенно внимательных исследований. В рудах месторождения присутствуют разнообразные медные минералы: наряду с халькопиритом и ковеллином, отмечается цементная медь, куприт, малахит и, вдобавок, из свинцовых минералов имеется плюмбозин. Тщательная и особо скрупулезная работа, отличающая автора исследования к.т.н. Н.И.Барашнева, позволила из смешанной руды получить четыре концентрата: медный с содержанием 28,4 % меди при извлечении 68,8 %, свинцовый с содержанием 56,3 % свинца с извлечением 82,2 %, цинковый с содержанием 56,7 % цинка с извлечением 83,6 %, пиритный с содержанием 47,3 % серы при извлечении 51,1 %. В данном случае комбинирование обогатительных процессов (флотации и гравитации) позволило получить удовлетворительные результаты.

Из сделанного обзора видно, что каждая руда требует своего специфического сочетания обогатительных и металлургических процессов с учетом технологических особенностей руд.

Борьба с вредным влиянием углерода в рудах. Руды, залегающие в черных сланцах,

относятся к наиболее труднообогатимым; при их переработке высоки потери металлов в равноименных концентратах и хвостах процесса, а режим флотации характеризуются высоким расходом реагентов. Общим для руд является тесная ассоциация минералов друг с другом и пустой породой, что обуславливает необходимость тонкого, стадийного измельчения с межстадийной флотацией. Тонкое измельчение руды неизбежно сопровождается переизмельчением мягких минералов и ускорением окисления поверхности шламов. Кроме того, шламы галенита, как было показано для другого типа руд, налипая на поверхность пирита и в данных рудах нарушают селективность процесса и обуславливают снижение качества свинцовых и цинковых концентратов, увеличивая потери свинца и меди в пиритном концентрате. Наличие углистого вещества с высокой сорбционной способностью увеличивает расход собирателя и, налипая, нивелирует поверхность минералов, лишая их индивидуальной особенности, затрудняя их флотационное разделение.

В борьбе с этим «злом» может быть использовано два пути: подобрать режим предварительной флотации углистого вещества без заметных потерь в нем цветных металлов или подавить флотиремость угля. Наиболее эффективным депрессором оказался краситель — нигрозин. Впервые этот реагент был использован в Канаде, затем у нас при обогащении золотосодержащей углистой руды месторождения Бақырчик (С.Н.Россовский).

Объектами наших исследований являлись руды Шалкии (Н.Г.Клименко, Т.М.Калашникова), Текели (Н.Г.Клименко, Р.А.Кязимов), Яблонево (Т.М.Калашникова), Жайрем (А.З.Ахмедов, А.П.Шапиро), Холоднинское (Н.Л.Горенков, В.В.Филинова).

Мл.научн. сотрудник Т.М.Калашникова — знающий инженер, прекрасный исполнитель, принципиальный человек, она, работая не только со мной, но также с В.И.Зеленовым и А.И.Берлинским, у всех вызывала большое уважение.

Получив первые положительные результаты при обогащении руд, мы поставили перед собой задачу — раскрыть механизм взаимодействия нигрозина с углистым веще-

ством и основными минералами — пиритом, халькопиритом и галенитом. Нигрозин, как краситель, способен легко сорбироваться на любых сорбентах, в частности, и углеродсодержащей породе. Этот реагент, насыщая активные центры поверхности углистых сланцев, препятствует сорбции ксантогената на нерудной части, вследствие чего значительно снижается расход собирателя с более эффективным использованием его поверхностью сульфидов. Уменьшение флотиремости пустой породы способствует повышению качества концентратов. Было замечено, что снижается флотиремость не только пустой породы, но и пирита. Для раскрытия механизма депрессии пирита нигрозином была определена сорбция и десорбция ксантогената с помощью спектрофотометрии, радиометрии и электронной спектрометрии с поверхности минерала.

В результате исследования установлено, что нигрозин препятствует сорбции ксантогената на поверхности пирита, вследствие химического сродства красителя с ионами трехвалентного железа, за счет присутствия в красителе группировок —  $\text{SO}_3\text{Na}$  и  $\text{OH}$ . Кроме того, было установлено, что нигрозин растворяет ликсантогенид, ответственный за гидрофобизацию пирита. Значительно меньше растворяется в нигрозине ксантогенат свинца, т.е. меньше десорбция ксантогената с поверхности галенита, что создает возможность разделения минералов пирита и галенита. Применение нигрозина при флотации руды месторождения Шалкия позволило повысить качество свинцового концентрата на 14 %, цинкового на 5 %, с одновременным повышением извлечения, исключить из режима жидкое стекло и соду, снизить расход собирателя, исключить из схемы обесшламливание свинцового концентрата перед печистками.

Благодаря раскрытию механизма взаимодействия нигрозина с поверхностью пирита изменена схема переработки руд месторождения Уч-Кулач (Н.Г.Клименко, Р.А.Кязимов, Н.Д.Пешникова). Рекомендована новая схема с флотацией в голове процесса не только свинцовых минералов, но и сульфида железа с депрессией одного сфалерита. Флотируя пирит в голове флотации, стало возможным проводить цинковую флотацию без использования извести, кото-

рая отрицательно сказывается на последующей флотации барита, отпала необходимость сгущения хвостов цинковой флотации, которая раньше предусматривалась для сбора известковой воды.

Преимуществом нового режима является также большая его экологичность, поскольку исключается или сокращается в 10 раз использование цианида, а следовательно, снижается и расход хлорной извести, используемой обычно для удаления из стоков фабрики жизненно опасного реагента.

Рекомендация двух новых реагентов: ЭДТА (описанного выше) и нигрозина, изучение механизма их действия и совершенствование схем обогащения труднообогащаемых руд, легло в основу диссертационной работы Р.А.Кязимова. Он продолжал и позднее использовать эти разработки при изучении руд новых объектов, углубляя и совершенствуя процесс.

При обогащении сложных полиметаллических руд большое значение имел метод электрохимической обработки воды, впервые предложенный В.В.Филиновой и развиваемый в ТОЭИ при участии Н.Л.Горенкова и чл.-корр. АН В.А.Чантурия. Приоритет подтвержден выдачей авторского свидетельства группе сотрудников ЦНИГРИ и ИПКОНа.

Развивая теоретические основы этого процесса под руководством чл.-корр. АН В.А.Чантурия, практическое использование католита и аналита в разных узлах флотации, позволило сократить расход реагентов при повышении извлечения металлов из ряда руд. Метод внедрен сотрудниками института ИПКОН на Норильской фабрике, а Виктории Владимировне присуждена степень кандидата технических наук. Продолжая работы в этом направлении, электрохимическая обработка нашла широкое применение в обезвреживании стоков фабрики с последующим их использованием в обороте (Н.Л.Горенков, В.В.Филинова и др.).

При решении проблемы углерода в переработке руд месторождения Жайрем к.т.н. А.З.Ахмедов пошел по другому пути. Им найден режим углеродистой флотации без заметных потерь в нем свинца, но с концентрацией в углеродистом концентрате таллия, что повысило комплексность использования жайремских руд.

Поиски путей использования окисленных небогатых руд. При решении проблемы комплексного использования минерального сырья и снижения потерь руды в недрах наши исследования предусматривали поиск путей вовлечения в промышленную эксплуатацию практически небогатых существующими методами окисленных руд свинца и цинка. Имеющиеся методы флотационного обогащения с сульфатизацией этих руд сернистым натрием мало эффективны. Предметом наших исследований явились окисленные и полуокисленные руды Филизчая. Минералогический состав окисленных руд весьма сложен и не может быть расшифрован методами фазового анализа. Использование наряду с указанным методом современных методов термического и рентгеноструктурного анализа, а также примененного А.З.Ахмедовым термоаналитического расчета минералов, позволило раскрыть многообразие минеральных форм этих руд. Показано, что свинцовые минералы в окисленных рудах данного месторождения представлены англезитом, церусситом, плюмбоярозитом, литаргитом, ланаркитом, бедантитом, галенитом и крокоитом.

Определение форм серебра показало, что только 60 % его связано с легко доступными формами типа кераргерита, аргентита и ассоциированного со свинцовыми минералами (типа англезита, церуссита, массивита). Остальное же серебро связано с трудноизвлекаемыми формами — ярозитом и плюмбоярозитом. Для извлечения столь широкого набора минералов трудно подобрать единый флотационный режим или найти универсальный растворитель. Поэтому ставилась задача привести все это разнообразие к какой-либо одной форме: либо легко растворимой, либо легко флотируемой.

Широко известны растворители сульфата свинца; наиболее легко флотируемым минералом является галенит. Поэтому работа развивалась в поисках режима сульфатирующего и сульфидизирующего обжигов. Для каждой минеральной формы, входящей в состав окисленных руд, были рассчитаны величины изменения энтальпии, энтропии, энергии Гиббса и константы равновесия наиболее вероятных реакций, протекающих в интервале 500—800°C выбранных процессов. Экспериментально изменение форм на-

хождения свинца в исследуемой руде фиксировалось методом рентгеноструктурного анализа продуктов окислительно-сульфатирующего обжига при разной температуре.

Таким образом, были найдены условия перехода разнообразных форм свинца в сульфат, который, как известно, растворяется в хлористом натрии, а затем выделяется при разбавлении водой и охлаждении в виде хлорида свинца с доосаждением остатков свинца и всего серебра сернистым натрием. Суммарное извлечение свинца, а также и серебра из огарков окисленных руд составило 96—97 % первого и 81,6 % второго, в богатый свинцовый концентрат, содержащий 70—76 % свинца и 5—7 кг/т серебра.

Работа была представлена в качестве диссертационной в Научный Совет института ВИМС, на заседании которого Аликперу Зейналовичу в 1978 году единогласно была присуждена степень кандидата технических наук. Результаты работы были учтены в подсчете запасов по Филизчаю. За последние 15 лет Ахмедовым проведено исследование руд многих месторождений, в том числе и таких труднообогатимых, как руды Жайрема. Получено несколько авторских свидетельств, работы Аликпера Зейналовича отличаются глубиной и исключительной скрупулезностью.

Из окисленных цинковых руд объектом наших исследований являлись охристо-глинистые руды месторождения Гелен. В рудах этого месторождения цинковые минералы находятся в весьма тонкодисперсном состоянии цинкосодержащих ярозитов. Такие руды считались необогатимыми. Нами (Н.Г.Клименко, Р.А.Кязимов) разработан новый метод растворения цинка в аммиачно-хлоридном растворе при наложении анодной поляризации с одновременным осаждением металлического цинка на катоде. Извлечение металла в товарный продукт марки Ц-3 составило 75 % при растворении его из руды на 86 %. Отработанный электролит является обратным. Новизна метода подтверждена авторским свидетельством на имя Н.Г.Клименко, Р.А.Кязимова, Н.И.Цыгановой.

Н.И.Цыганова работает в институте с 1967 года и в течение многих лет является моим помощником. Придя в институт школьницей на ученическую практику, она

осталась после школы работать в институте, получила без отрыва от производства среднее техническое образование. Умелые руки Надежды Ивановны позволили освоить все виды многоплановых экспериментальных работ, проводимых в лаборатории в области обогащения, металлургии и электролиза. Надежда Ивановна с готовностью обучала не одно поколение вновь поступающих лаборантов.

Улучшение экологии процесса обогащения. Мимо нашего внимания не прошла и такая задача, как повышение экологичности режимов обогащения. Основным экологически вредным элементом является цианид. Для депрессии халькопирита необходимы высокие расходы реагента (5—10 кг/т), что в свою очередь, вызывает большие расходы хлорной извести для обезвреживания стоков фабрик.

Вопрос осложняется еще и дополнительными потерями золота в сливе сгущения медного концентрата, находящегося длительное время в контакте с цианистым раствором. При детальном изучении состояния поверхности галенита и определения зависимости гидрофобности минерала в зависимости от его окисления, при которых галенит может быть подавлен как окислителем, так и восстановителем. Были разработаны режимы разделения медно-свинцового концентрата, изложенные в четырех изданных методиках: «Методика разделения медно-свинцовых концентратов с применением серной кислоты», авторы: Н.Г.Клименко, О.В.Глембоцкий, В.П.Ивановская, 1971 г.; «Методика разделения медно-свинцовых концентратов с применением надсернистого аммония», авторы: Н.Г.Клименко, Н.В.Шегай, Л.А.Чередник, О.В.Глембоцкий, 1971 г.; «Методика разделения медно-свинцового концентрата с применением гидросульфата натрия», авторы: О.В.Глембоцкий, Н.Г.Клименко, В.П.Ивановская.

В 1973 году был предложен еще один метод разделения медно-свинцового концентрата последовательной обработкой его сульфитом натрия и бихроматом калия, авторы: В.П.Ивановская, Н.Д.Клюева, Н.Г.Клименко.

В короткой статье невозможно описать всего, что сделано почти за 40 лет работы ЦНИГРИ по обогащению руд месторожде-

ний цветных металлов. Изучены с различной детальностью руды 117 месторождений, доведены до защиты запасов около 40 месторождений. Среди них такие крупные, как Филизчай, Уч-Кулач, Озерное, Холоднинское, Восточный Жайрем, Шалкия и др. В промышленное освоение внедрены руды шести месторождений. По разработкам на уровне ноу-хау получено более двадцати авторских свидетельств, опубликованы сотни статей и несколько методик.

Большое количество работ выполнено

благодаря наличию в лаборатории специалистов разных направлений: химиков-органиков и неоргаников, физико-химиков, обогащателей-исследователей и производственников, электрохимиков и минералогов.

Коллектив «цветников» представлял многоцветие характеров и наклонностей сотрудников, но среди них не было равнодушных, их объединяла общность идеи, увлеченность работой, четкость поставленных задач, для решения которых люди не жалели ни знаний, ни сил.

© А. К. Кондратенко, 1995

## НА БЕЛЫЕ ПЯТНА

А. К. КОНДРАТЕНКО (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Посвящается памяти друга  
Антоня Арсентьевича Донцова

Наступил 1949 год. Нам после работы с 1940 по 1949 гг. дали отпуск 6 месяцев. Отпуск, естественно, быстро пролетел, и предстояло возвращение на работу в Магадан. Но возвращаться назад не хотелось, так как отсутствие свежих овощей и фруктов на протяжении девяти лет сказалось на состоянии здоровья. Мы обратились к инспектору кадров МВД Дальстроя с просьбой об уходе из этой системы. Он посмотрел на нас расширенными глазами и сказал: «Вы что, с ума сошли?! Об этом не может быть и речи! Если вы по состоянию здоровья туда не можете ехать, вот есть места в Грузии». Но затем, перейдя на шепот, промолвил: «Я вам туда не советую ехать. Лучше возвращайтесь на Колыму!» Увидев на наших лицах огорчение, смешанное с болезненной улыбкой, он вдруг хлопнул себя по голове: «Вот вам последний шанс — сходите в трест «Золоторазведка», там организуется экспедиция на север с возвратом в Москву». В тресте «Золоторазведка» мы нашли начальника экспедиции — Анатолия Капитоновича Комиссарова. Он внимательно прочел наши характеристики, где отмечалось, что мы занима-

лись изучением золотоносной провинции — Колымы, и тут же отправил к главному геологу экспедиции Дмитрию Константиновичу Зегебарту. В отличие от начальника экспедиции, щупленького, невысокого роста мужчины, главный геолог оказался могучего телосложения, высокого роста и имел роскошную шевелюру. Он быстро поднялся, шагнул к нам, и только тут мы увидели, что у него одна нога короче другой, поэтому шел он немного прихрамывая, опираясь на клюку. После краткого разговора о предыдущем месте работы он одобрил наши кандидатуры. Начальник экспедиции рассказал, что экспедиция организована по приказу И.В. Сталина, который в бытность свою в ссылке в Туруханском крае жил в поселке Курейка и видел золото, привозимое тунгусами (эвенками) из тайги. Начальник добавил: «Экспедиция пользуется дополнительными северными льготами. Вы будете получать двойную зарплату по сравнению с работающими на Русской равнине и сверх этого 1000 руб. на питание». Кроме того, нас обеспечили хорошей меховой одеждой (кроме мехо-



вых спальников), так как условия были довольно суровые, не уступавшие Колыме.

Как только нас зачислили в штат экспедиции, мы срочно включились в работу по подборке младшего технического персонала и поисков геологических материалов, которые бы позволили хоть в небольшой мере представить геологическую обстановку той территории, куда направляется экспедиция. Изучение это показало, что Западная Сибирь (куда входит эта территория), с начала XVII столетия стала все больше и больше привлекать путешественников и исследователей. Именно с этого периода, когда появились первые сведения о наличии в ее недрах каменного угля, потянулись в путешествия промышленные люди, а также непоседливые геологи.

Основные исследования проводились вдоль крупных и наиболее проходимых рек, относительно недалеко расположенных от судоходной р.Енисей. А некоторые водотоки, такие, как р.Курейка, имеющая множество порогов, непроходимых для любого водного транспорта, была изучена до первого порога или чуть дальше (как это сделал В.С.Ломарев, поднявшийся выше Графитового рудника на 84 км). Вся остальная часть бассейна р.Курейки до ее истоков представляла собой «белое пятно». Следовательно, несмотря на обилие первопроходцев, посетивших эту территорию, осталось неясным общее геологическое строение обширной ее части, а также не было топографических карт. Схематическая топографическая карта масштаба 1:1000000, полученная нами для работы, практически не соответствовала местности. Иногда даже реки, как это было в районе оз.Энде, показанные текущими на юг, в действительности имели северное направление течения. Также не ясно было, почему ни один из исследователей не отметил наличия золота, на которое указывали местные жители?

В состав Туруханской экспедиции НИГРИЗолото входили три партии. Две из них, возглавляемых геологами А.К.Кондратенко, А.А.Донцовым и В.И.Дмитриевым, В.В.Адриановым, направлялись в верхнее и среднее течение р.Курейки, и одна, руководимая главным геологом экспедиции Д.К.Зегебартом и А.Г.Шпилько, на р.Бахту. Наиболее удаленная Верхне-Курейская партия состо-

яла из двух отрядов. В состав первого, руководимого начальником партии А.К.Кондратенко, входили геолог Н.П.Харитонов, про-раб-поисковик А.Т.Крыжановский, старший топограф Г.Е.Семенов, старший техник-оператор П.К.Горелов, старший коллектор В.И.Ершов, промывальщик Н.В.Гудков и 5 рабочих. Второй отряд возглавлял старший геолог А.А.Донцов. В первых числах апреля мы прибыли в п.Туруханск, где дополнительно провели набор рабочих. От п.Туруханска к району работ ведут две тропы, по которым можно добраться туда за 2—3 недели. Основной речной артерией района является р.Курейка, которая судоходна на отдельных участках, а ее притоки порожисты, и передвигаться по ним невозможно. Внутри района работ использовались олени, лошади или легкие лодки (вдоль крупных рек и озер). На третью неделю мы приблизились к реке Курейке, нашим глазам представилась широкая (900—1000 м) вздувшаяся от воды и плывущих по ней льдин река, которую предстояло форсировать. Остановились лагерем, начали готовить плоты, чтобы переправить людей и снаряжение на правый берег реки. Приготовили 7 плотов. По команде отправляем их один за другим и оставляем (по принципу капитана корабля) последний, на который грузим оставшиеся снаряжение и пять человек — троих рабочих, геолога В.С.Белову и начальника партии. Когда сдвинули плот со штапелей в воду и сами на него вскочили, плот погрузился в воду сверх нормы, пришлось стоять в ледяной воде почти до пояса. Но назад возврата нет. Сразу бросаюсь к одному из весел и гребу, подбадривая и командуя: «Раз-два-взяли, раз-два-сильней, раз-два-нажмем». несмотря на то, что ледяная вода обжигала нас и плот шел трудно, наши лбы и спины покрылись испариной. Основное внимание было направлено на то, чтобы быстро проскочить центральную часть стремнины реки. Это удалось, быстро приближается желанный берег. Но, несмотря на усилия находящихся на плоту гребцов, не удается ухватиться за кусты, вдоль которых несет наш плот у берега. Нас все дальше и дальше сносит вниз по реке среди мелких льдин. Показалась одна приличная березка, за которую можно пришвартоваться плоту, но для этой цели надо прыгать в ледяную

воду. Даю команду одному из гребцов: бери чалку, прыгай и зачаливай. Он кричит — «Боюсь!». И тогда произошло невероятное: геолог Вера Степановна Белова, схватив чалку, прыгнула в воду (оказавшуюся ей по горло), захлестнула за березку, плот равнуса, качнулся и остановился. В такой момент только слаженная и быстрая работа не позволяет простыть. Через пять минут была поставлена палатка, и железная печка с уже раскаленными красными боками пылала в ней. В довершение ко всему из вьючного ящика была извлечена «НЗ» бутылка спирта и героине была преподнесена чарка, чтобы не было никакой простуды. На другой день весь отряд отправился на базу, до которой осталось 28 км. Оставшееся расстояние мы прошли пешком, также как снега почти не осталось. И неумный геологический народ, как только достиг базы, делает первую попытку поймать нерку, которая водится в этих озерах.

До нашего прихода на базу была сброшена («десантирована») главная масса снаряжения и продуктов. Сбрасывание проводилось с самолета ЛИ-2 на чистый лед оз. Бельдунчана с высоты 200-300 м. Наблюдавшие за сбрасыванием снаряжения рабочие партии восхищались мешками (в которых находилась резиновая обувь), которые при ударе об лед подпрыгивали на высоту 2—3 метра. Консервы при попадании на чистый лед большей частью расплющивались, также как и мешки с мукой. Сохранились лишь те, которые попадали на заснеженные края озера.

На основании проведенных полевых исследований мы установили последовательность залегания пород, развитых на всей территории от устья р. Курейки (на западе), до самых восточных истоков р. Курейки и ее притока р. Бельдунчана. Это так называемое Путоранское плато развивалось как платформа, т.е. испытывало лишь подъем да тектонические разрывы. В формировании этой территории большую роль играл трещинный вулканизм, сопровождавшийся накоплением туфогенного материала и излияниями эффузивов основного состава. Большую роль играл и интрузивный магматизм. Он проявился во внедрении габбро-диоритов, габбро-диабазов, диабазов. Именно этот тип магматизма предопределил появле-

ние особого типа полезных ископаемых как для Сибири, так и для других регионов Земного шара, Южной Африки, Индии и др.

Короток полевой сезон в Туруханском крае. Геологические работы закончились 13 сентября. 24 сентября, несмотря на плохую видимость и туман, сотрудники партии были переброшены гидросамолетом в п. Туруханск благодаря искусству приполярного летчика. Мы сделали посадку в устье реки Нижней Тунгуски и оттуда отправились на камеральную работу в г. Москву. В мае был написан и защищен отчет на Ученом Совете ЦНИГРИ. Защищать, к сожалению, пришлось трудно, так как конкретных месторождений мы не открыли. Шлиховое опробование долин рек показало, что золото, ради которого и была организована экспедиция, на данной территории отсутствует. В то же время было установлено повсеместное региональное развитие в шлихах знаков платины. Были выявлены магнитные аномалии, указывающие на возможность обнаружения железных руд в районе р. Бельдунчана и верховье р. Курейки, а также найдены проявления асфальта, исландского шпата, опала и агата.

Первопроходцами по «белым пятнам» была высказана идея о необходимости перепрофилировать поиски золота на поиски алмазов, несмотря на то, что в процессе камеральных работ не удалось найти ни одного кристалла алмаза среди всех шлиховых проб. С учетом зарубежного опыта поисков алмазов необходимо брать большие пробы для промывки, в отличие от поисков золота. К тому же при промывке проб следовало оставлять большой объем «серого» шлиха, т.е. нужна иная методика поисков. Поэтому при докладе автору отчета пришлось выдерживать бой, так как со стороны некоторых членов Ученого Совета раздались ехидные насмешки. Многих интересовало: «Почему Вы считаете, что в пределах изучаемой территории могут быть алмазы и с какими разновидностями пород они могут быть связаны?!». Ответ был кратким — алмазы могут быть обнаружены аналогично строению провинции Карру Южной Африки. Раздался смех среди членов Ученого Совета. Тут же с моей стороны прозвучала ответная реплика: «Смеется тот, кто смеется последний». А в следующем 1951 году геологической пар-

тией под руководством А.А.Донцова были найдены алмазы по р.Нижней Тунгуске в пределах Большого Порога и геологической партией под руководством А.К.Кондратенко на р.Курейке в районе Графитового Рудника.

В отличие от «скептиков», начальник туруханской экспедиции А.К.Комиссаров отметил: «Выводы, сделанные партией по предварительным материалам, смелые. Отмечено впервые для этого района наличие выходов битумов, а также региональное развитее знаков платины». Впервые дано «пол-

ное геологическое строение ранее не исследованной территории — белого пятна». Рецензент отчета старший инженер В.М.Славин подчеркнул, что «можно согласиться с авторами в том, что район заслуживает внимания в плане изучения нефтеносности, железной руды, платины и алмазов». Он также отметил, что «работа ценна тем, что она относится к бывшему «белому пятну» и все то, что авторы внесли в отчет, будет служить для дальнейших исследований опорным материалом».

---

© Коллектив авторов, 1995

## ГИГАНТЫ В ДРЕВНИХ ТОЛЩАХ СИБИРИ

В. Д. КОНКИН, Д. И. ГОРЖЕВСКИЙ, Г. В. РУЧКИН, И. В. КРЕЙТЕР,  
В. В. КУЗНЕЦОВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Богатство России увеличивается и будет увеличиваться за счет недр Сибири. Это утверждение требует доказательств. Геологи России эти доказательства нашли в виде уникальных по масштабам запасов месторождений свинцово-цинковых руд в различных структурно-формационных комплексах Сибири от рифея до нижнего кембрия. Среди них такие месторождения, как Озерное, Холоднинское (Бурятия), Горевское (Красноярский край). В изучении этих месторождений и подготовке материалов по подсчету запасов специалисты ЦНИГРИ принимали активное участие.

Месторождение Озерное (Бурятия). В 1963 году группой геологов и геофизиков Бурятского геологического управления во главе с О.И.Ветровым было открыто месторождение Озерное. С самого начала проведения поисково-разведочных работ Бурятским геологическим управлением были приглашены сотрудники ЦНИГРИ для углубленного изучения геологического строения месторождения. В институте была сформирована группа специалистов, которую возглавил профессор, доктор геолого-минералогических наук Д.И.Горжевский. В

состав группы в разное время входили А.А.Малаев, Е.П.Мионов, И.П.Златогурская, Л.П.Хрянина, И.В.Крейтер, А.И.Донец, В.А.Варламов, Т.П.Кузнецова, к изучению технологии обогащения руд был привлечен А.Г.Лопатин.

Озерное месторождение залегает в вулканогенно-терригенно-карбонатных отложениях нижнего кембрия, слагающих брахисинклиналь. Она вмещает двенадцать рудных тел мощностью от нескольких до первых десятков метров, расположенных ярусно одно над другим расположенные и повторяющих форму складки.

Период работы на месторождении Озерное совпал со временем острой дискуссии по генезису колчеданно-полиметаллических и медноколчеданных месторождений, залегающих в вулканогенно-осадочных толщах. Месторождение, которое в своем облике имело черты как гидротермально-метасоматического, так и вулканогенно-осадочного происхождения, представляло достаточно сложный объект для выявления его геологического строения и генезиса руд.

Группа исследователей ЦНИГРИ занималась комплексным изучением месторож-

дения, в круг ее интересов входили вопросы стратиграфии, литологии, магматизма, структуры, околорудноизмененных пород, минералогии, генезиса, а также технологии обогащения руд.

В каждом из перечисленных вопросов сотрудниками ЦНИГРИ были предложены разработки, имевшие принципиальное значение для изучения Озерного месторождения. В самом начале поисково-разведочных работ на месторождении было распространено представление о моноклинальном строении рудовмещающей толщи, что и определяло ориентировку разведочных профилей. Сотрудниками ЦНИГРИ было установлено, что месторождение приурочено к синклинали; впоследствии это было подтверждено разведочными работами. Выяснилось, что Озерная рудоносная синклинали складка имеет асимметричное строение, северо-восточное простирание и полого погружается в юго-западном направлении. Породы северо-западного крыла падают круто под углом  $70-80^\circ$ , а юго-восточного — залегают более полого под углом  $40-50^\circ$ . С расшифровкой структуры месторождения связана забавная история. Местные геологи, вначале скептически восприняв идею синклинали складки, все время подтрунивали над геологами ЦНИГРИ, что они рисуют яйцо (форма складки в плане действительно напоминала яйцо) и интересовались, когда им надоест изображать этот пасхальный символ. Намешки ушли в прошлое, как забавный анекдот, а выявление структуры Озерного месторождения явилось одним из важнейших достижений в изучении месторождения.

Изучение месторождения исследователями ЦНИГРИ началось с документации ядра первых пробуренных на месторождении поисково-разведочных скважин. В связи с этим почти все разработки, касающиеся геологического строения месторождения, были высказаны впервые и в дальнейшем, хотя и претерпели изменения и уточнения, стали основополагающими при рассмотрении строения Озерного месторождения. Так, Л.П.Хряниной была предложена схема стратиграфического деления рудовмещающей толщи на туфовый, брекчиевый и кристаллотуфовый горизонты. Е.П.Миронов сделал первое полное описа-

ние минерального состава руд месторождения, выделил типы руд, определил элементы-примеси в главных рудных минералах. И.П.Златогурская детально изучила строение зоны окисления, И.В.Крейтер изучала процессы околорудного преобразования пород, среди которых ведущую роль играла железисто-марганцевая карбонатизация. А.И.Донец и В.А.Варламов произвели прогнозную оценку рудного поля, кроме того, в их отчете четко прозвучала мысль о тесной связи руд Озерного месторождения с вмещающей вулканогенно-осадочной толщей. А.Г.Лопатиным была разработана детальная схема обогащения руд месторождения, которые относятся к категории сложных и труднообогатимых.

Первопроходцам, как известно, трудно бывает в любом деле. Это также относится и к начальному этапу изучения месторождения, особенно строения рудовмещающего разреза. В группе ЦНИГРИ, за исключением Е.П.Миронова, не было специалистов, работавших ранее на колчеданных объектах, поэтому расчленение разреза вулканогенно-осадочных пород, выделение пачек горизонтов, в том числе маркирующих, представляло для них трудную задачу. Керн скважин по одним и тем же разрезам составлялся по нескольку раз, что, конечно, не могло радовать начальника партии А.А.Малаева, которому приходилось искать рабочих для этой цели. Однажды к концу сезона, когда надо было завершить отстройку геологических разрезов, Л.П.Хрянина снова попросила расставить большое число керновых ящиков. Однако, когда утром пришла пересматривать керн, оказалось, что он покрыт толстым слоем снега. Так сама природа помогла остановиться на варианте геологической увязки, которая, кстати, принципиальных изменений в дальнейшем не претерпела.

По материалам изучения Озерного месторождения в ЦНИГРИ были защищены четыре отчета, опубликована целая серия статей, защищены две кандидатские диссертации (А.И.Донец, И.В.Крейтер). Наибольшим признанием важной роли в изучении Озерного месторождения сотрудников ЦНИГРИ было включение в число лауреатов Государственной премии за подготовку к освоению месторождения А.А.Малаева, от-

ветственного исполнителя первого этапа работ на месторождении, и А.Г.Лопатина.

Месторождение Холоднинское (Бурятия). В семидесятые годы началась эпоха изучения Холоднинского месторождения. В состав группы в разные годы входили: Д.И.Горжевский, В.А.Варламов, Т.П.Кузнецова, В.В.Кузнецов, Н.А.Пирижняк, И.А.Егоров, Г.В.Ручкин, В.Д.Конкин, В.В.Мосейкин, О.А.Михайличенко, С.А.Булыгин, А.Е.Финкель, В.М.Крутий.

Холоднинское месторождение - это одно из уникальных месторождений мира, руды которого локализованы в метаморфизованном углеродисто-терригенно-флишоидной толще рифейского возраста. История открытия этого месторождения связана с работами геофизической экспедиции ПГО «Бурятгеология», которая проводила в 1968 году исследование по проверке гравиметрической аномалии. Последняя, как полагали в то время, была обусловлена медно-никелевым оруденением. Однако первые же результаты заверочного бурения вскрыли залежи колчеданно-полиметаллических руд (а маломощное тело гипербазитов с медно-никелевой минерализацией было вскрыто позже).

С 1968 по 1974 год на стадии поисково-оценочных работ Холоднинская партия Северо-Байкальской ГРЭ выявила три рудных зоны различной мощности и протяженности, локализованных на площади около 10 км<sup>2</sup>. При этом были выявлены разобщенные рудные тела, имевшие незначительную по сравнению с установленной позже мощностью 10—20 м.

С 1971 г. в изучении месторождения приняли участие специалисты ЦНИГРИ во главе с Д.И.Горжевским, а в 1972 году к ним присоединились Г.В.Ручкин и В.Д.Конкин.

Основной проблемой на данной стадии изучения месторождения была структурная позиция месторождения, стратиформность руд и их масштабы. Г.В.Ручкиным, В.Д.Конкиным и В.А.Варламовым была предложена относительно простая схема складчатого строения месторождения. Ими была выдвинута гипотеза одноуровневого стратиформного положения рудных залежей Первой и Второй рудных зон, что обеспечивало прогноз значительных запасов на месторождении. Также была выдвинута идея о

слиянии ряда рудных залежей по падению в единое тело, что обуславливало значительные запасы собственно Первой рудной зоны.

Т.П.Кузнецовой, Г.В.Ручкиным и В.Д.Конкиным, а также работами группы исследователей ИГиГ СО АН СССР Дистановым Э.Г., Ковалёвым Р.К. и др. была доказана сингенетичность рудообразования с вмещающими черносланцевыми толщами, которые впоследствии (и руды, и породы) претерпели метаморфические преобразования с регенерацией рудного вещества на стадии прогрессивного метаморфизма амфиболитовой фации.

Сложившиеся представления о структуре месторождения и стратиформности оруденения позволили обосновать проведение работ по детальной разведке Первой рудной зоны, которая началась в 1975 году. На этом же этапе произошла смена главного геолога месторождения. К сожалению, новый главный геолог не воспринял этих представлений и, более того, запретил своему коллективу использовать эти выводы в практике геологоразведочных работ. Выводы же заключались в следующем: в стратиформности оруденения и его локализации на различных стратоевнях; складчатом строении рудовмещающей толщи (на фоне ее общего моноклинального залегания); литолого-стратиграфическом расчленении флишоидной черносланцевой толщи с выделением в ее пределах маркирующих горизонтов.

В связи с тем, что эти выводы не были учтены при проведении геологоразведочных работ, в подготовленных к рассмотрению в ГКЗ материалах был выявлен ряд методических ошибок и подсчет запасов месторождения не был утвержден в ГКЗ.

В последующие годы с 1975 по 1985 изучение месторождения продвигалось с большим трудом. Но все же в 1985 году его запасы были успешно защищены в ГКЗ СССР.

За этот период сотрудниками ЦНИГРИ совместно с геологами Холоднинской ГРП В.П.Бушуевым и В.А.Рожченко была составлена геологическая карта месторождения, основанная на четкой литолого-фациальной и литолого-структурной основе, позволившая дать четкую интерпретацию структуры месторождения. Правильность

структурных построений была подтверждена впоследствии скважинами глубокого (более 1 км) бурения. Однако главный геолог (Р.С.Тарасова) продолжала настаивать на том, что петрография осадочных пород зависит от структуры месторождения. Микроскладчатость и гофрировка, широко развитая в породах, интерпретировалась без анализа и учета положения маркирующих горизонтов — как подобие более крупных пликативных форм. У исследователей месторождения даже появился термин «АВВГДейка» — это складчатая структура Холоднинского месторождения по данным главного геолога Р.С.Тарасовой, доказательство которой сводилось к следующему: раз доказана стратиформность рудных тел, то рудное тело одно и выдержано по мощности как пласт; фиксируются складчатые формы и выявлено увеличение мощности рудной залежи в центральной части месторождения до 200 м, следовательно, чтобы получить такую мощность, необходимо тело 40 м мощностью сложить вместе 5 раз. В этом случае отбрасывались всякие факты, связанные с наличием фациальных типов пород и их изменчивостью по простиранию, а заодно стратиформность рудных тел.

Однако эпопея изучения месторождения закончилась благополучно, и наша страна стала обладателем одного из уникальных по масштабам запасов месторождений полиметаллических руд в черных сланцах. Основные достижения в изучении месторождения можно сформулировать таким образом:

выявлен фациальный контроль колчеданно-полиметаллических рудных тел;

выделены маркирующие горизонты в черносланцевой толще;

установлена минералого-структурная и геохимическая зональность строения рудных залежей; установлены природные сорта промышленных руд; уточнена структура месторождения; определен

вещественный состав руд зоны окисления и морфологии этой зоны. Решение этих и других вопросов позволило

значительно увеличить запасы металлов в пределах Первой рудной зоны, так и рудного поля в целом.

Работы группы специалистов ЦНИГРИ

позволили решить и ряд общепромышленных задач, связанных с поисками и оценкой колчеданно-полиметаллического оруденения в черносланцевых толщах, нашедших свое подтверждение в практике геологоразведочных работ на Енисейском кряже, Джунгарском Алатау и др.

**Месторождение Горевское (Красноярский край).** Уникальное по своему высокому содержанию свинца в рудах и запасам Горевское цинково-свинцовое месторождение на Енисейском кряже было открыто в 1956 г. и изучалось геологами ЦНИГРИ в два этапа.

На стадии его разведки и подсчета запасов (1957—1963 гг.), непосредственное участие в этой работе принимали: М.П.Просняков, Р.Н.Володин и А.А.Буйнов.

В 1985 г. после продолжительной консервации месторождения были начаты работы по опытной его эксплуатации, что потребовало детального доизучения и пересчета запасов. В этих работах в период с 1987 г. по 1992 г. принимала участие группа ЦНИГРИ в составе: В.В.Кузнецов, Т.П.Кузнецова, В.Д.Конкин, А.А.Солодов, Е.С.Егоров, Е.С.Преображенская, Е.С.Бабкин.

История открытия и разведки месторождения связана с именами И.Л.Глазырина, А.Т.Стеблевой и М.Л.Шермана. На первом этапе удалось в короткий срок с привлечением большого круга специалистов ЦНИГРИ, МГУ, КРСНИИГГИМС, ИГиГ СО АН СССР провести детальную разведку и подсчет запасов месторождения, обосновать его уникальную природу. Все виды работ осложнились сжатыми сроками и положением рудных тел под руслом реки Ангары.

Были оконтурены три рудных тела: Главное, Западное и Северо-Западное, проведено детальное изучение их строения, минерального состава и условий локализации.

После окончания разведочных работ более чем на 10 лет всякие исследования на месторождении, в связи со сложными горно-техническими условиями его эксплуатации, были прекращены. В начале восьмидесятых годов началась опытная эксплуатация месторождения. Было принято решение о строительстве дамбы на Ангаре и заложении опытного карьера. Работы по эксплуатации возглавил В.Н.Земцов, а геологическую

службу — И.А.Кмито. Уже результаты вскрыши показали, что многие представления двадцатилетней давности нуждаются в пересмотре и детализации. В связи с этим одновременно с опытной эксплуатацией началась доразведка месторождения.

С этими работами связан второй этап исследований ЦНИГРИ. Этому способствовало взаимопонимание и тесный контакт со специалистами других организаций — В.Г.Пономаревым, С.В.Сараевым, В.А.Акимцевым (ИГиГ СО АН СССР), В.А.Рожченко (Горевский ГОК), Г.Н.Бровковым, Н.А.Охапкиным (КО СНИИГИМС) и др.

Несмотря на то, что этот новый этап исследований Горевского месторождения приходится на конец восьмидесятых — начало девяностых годов, сотрудники института вкусили «романтической геологии» с избытком. Район Горевского месторождения очень слабо-обнажен, поэтому главную информацию приходилось получать по врезам рек и керну старых скважин. Картирование проводили сплавляясь по воде, что всегда таит в себе опасность, но с этой работой прекрасно справлялись не только мужчины, но и прелестные женщины, входившие в отряд — Т.П.Кузнецова и Е.С.Преображенская. Добираться до керна скважин, который предшественники оставляли в тайге, тоже представляло большие трудности: к каждой скважине надо было проделать тяжелый маршрут и обладать интуицией, чтобы в зарослях отыскать керновые ящики. Но несмотря на эти и многие другие трудности работу удалось завершить успешно. В результате исследований специалистов ЦНИГРИ были сформированы во многом новые представления о геологическом строении Горевского месторождения. Основные достижения связаны с разработкой следующих направлений:

- детальное расчленение рудовмещающих кремнисто-сидеритовых отложений и решение вопроса об их происхождении;
- расшифровка происхождения брекчиевых разностей кремнисто-сидеритовых пород, как продуктов обрушения и оползания;

этапный характер складчатых деформаций на месторождении, обусловивший формирование современной общей структуры в виде продольной складки волочения;

— реконструкция условий образования позволило выявить, что осадконакопление и рудоотложение происходило в конседиментационной впадине с крутым северо-западным и юго-восточным бортом и пологим юго-западным и северо-восточным;

— выделение пяти разновозрастных парагенетических минеральных ассоциаций, отвечающих последовательному процессу образования и преобразования руд на этапах прогрессивного и регрессивного метаморфизма;

— выявление характера распределения свинца, показавшего приуроченность богатых участков к сидеритовым отложениям, а локальных максимумов к ядерным частям антиклинальных складок;

— отнесение продуктов регионального метаморфизма к эпидот-амфиболитовой фации; решение вопросов взаимосвязи этапов складкообразования, стадийности метаморфических преобразований руд и рудных парагенезисов.

Решение этих и ряда других вопросов позволило успешно провести доразведку месторождения, улучшить показатели опытной эксплуатации и сформировать геолого-поисковую модель месторождения.

Во многом благодаря успешному изучению эталонного объекта была проведена прогнозная оценка площадей Енисейского кряжа, находящихся в сфере влияния Горевского ГОКа, что позволило сформировать его резервную минерально-сырьевую базу.

Таким образом, в шестидесятых — восьмидесятых годах XX века российским геологам, с активным участием сотрудников ЦНИГРИ, удалось открыть и разведать гигантские по своему масштабу месторождения Сибири, в настоящее время составляющие главную свинцовую и цинковую минерально-сырьевую базу России.

© М. М. Константинов, 1995

## РУДНОЕ ЗОЛОТО ВОСТОКА

М. М. КОНСТАНТИНОВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

В 1970 году прозвучал доклад Г.П.Воларовича на коллегии Мингео СССР, где были обоснованы высокие перспективы Восточно-Азиатских вулканических поясов на золото-серебряное оруденение. По яркости прогнозов этот доклад ничуть не уступал знаменитой лекции Остапа Бендера в шахматном клубе четырех коней города Васюки, но на этом аналогии и кончаются. Члены коллегии оказались намного культурнее своих коллег из Васюков и не только не поколотили новатора, но и резко увеличили ассигнования на поиски и разведку рудного золота.

В ЦНИГРИ в это время было довольно много молодых геологов, в основном, выпускников МГРИ и Цветмета, которые и составили основную ударную силу на Востоке (М.С.Михайлова, Ю.М.Щепотьев, Ю.А.Эпштейн, С.Б.Хенкина, Ю.С.Берман, М.И.Вонин, И.А.Жданко, Ю.М.Михайлов, Н.Л.Шилин и др.). Были и опытные зубры, которых мы тогда считали за «стариков» — А.И.Казаринов, И.И.Фурсин, П.С.Фомин, А.В.Горельшев, и представители среднего поколения — Е.В.Кузмичева, А.А.Фельдман, Ф.А.Шохор, Е.А.Алекторова.

Первый крупный объект, на котором сконцентрировались работы — Многовершинное месторождение (впоследствии курировался до последнего генерального подсчета запасов). Начало золото-серебряной эпопеи на этом месторождении связано с геолого-геофизическим десантом П.С.Фомина и М.П.Назарова на поле аргиллизированных пород заливной поймы р.Амур и у п.Белоклинка в 1963 г. Составленные карты — структурно-геологическая и гидротермально измененных пород — позволили высказать твердое убеждение сотрудников ЦНИГРИ о наличии всего лишь небольшой зоны пологих жил, что и подтвердилось впоследствии при прохождении штольни. Все эти работы проводились геолого-геофизическим отрядом (А.И.Казаринов, М.С.Михайлова, П.С.Фомин, М.П.Назаров)

в тесном содружестве с работниками Нижне-Амурской экспедиции и сотрудниками ДВИМСа (В.И.Сухов). Именно тогда возникли истоки дальнейших тесных контактов с «Нижне-амурцами» на всех исследуемых объектах и уважительное отношение со стороны сотрудников других организаций. Собираясь работать на Н.Амуре долго и всерьез, ЦНИГРИ организовал в Николаевске геохимическую лабораторию под руководством А.В.Горельшева. Весной 1965 г. отряд ЦНИГРИ (М.С.Михайлова, Ю.М.Михайлов, В.В.Виноградов) прилетел на Многовершинное месторождение. После нескольких дней настороженного знакомства «Амурцы» (С.И.Косов и др.) предложили ЦНИГРИ объединить усилия, создав общие маршрутные пары и проводя совместную документацию канав. К моменту появления на Многовершинной в конце сентября «высокой» комиссии (Г.П.Воларович, представители крайкома, Министерства, ДВТГУ и др.) была выработана общая позиция по перспективам объекта, и поэтому ЦНИГРИ твердо отстаивало необходимость проведения работ на глубину. Весь коллектив участвовал в заложении устья первой штольни. Заслугой Г.П.Воларовича является то, что он включил объект в число «19 строек коммунизма», что дало толчок к дальнейшему расширению работ. И затем до третьей очереди подсчета запасов в 1980 г. ЦНИГРИ постоянно работало на Многовершинном месторождении. Это были сложные времена, когда из-за отсутствия дороги все снабжение осуществлялось только вертолетом, почти все сотрудники ЦНИГРИ заходили или выходили с участка работ пешком (132 км до водной артерии — р.Амур). Рекорд по ожиданию вертолета на вертолетной площадке принадлежит А.И.Казаринову — 38 дней. Вертолет подобрал его по дороге, когда он пошел «на выход» пешком. За эти годы ЦНИГРИ вместе с «Нижне-амурцами» выполняли картирование поверхности (м 1:100000), работа-



ли во всех самых богатых золотом выработках и др. Постоянное присутствие сотрудников ЦНИГРИ в полевой период на месторождении было столь привычным, что с началом лесного пожара (1966 г.) начальник экспедиции С.С.Дарбинян предупредил о необходимости задержаться с вылетом в г.Москве. Нас сняли буквально с трапа самолета, и лишь улетевшая предыдущим рейсом Н.Кульчицкая, студентка МГРИ, 1,5 месяца отработала санитаркой на пожаре. К 70—73 гг. Многовершинное уже было широко известным объектом, достаточно доступным, т.к. проложили 220 км дорогу от Николаевска-на-Амуре для вездеходов, КРАЗов, БЕЛАЗов и др.

Появились представители науки различных организаций (ИГЕМ, ДВИМС, ДВГИ, ВИРГа и др.). Небольшая группа ЦНИГРИ тем не менее всегда была в центре внимания, т.к. за предыдущие годы ею были сделано много работ, практически по всем вопросам (структуры, глубинного строения, магматизма, метасоматизма, оруденения и др.). Это обстоятельство вызывало озабоченность и даже некоторую агрессивность у сотрудников ДВГИ, которые в количестве 26 научных сотрудников (!) появились на Многовершинном к 1973—1974 гг. (моменту подготовки отчета с подсчетом запасов 2-й очереди). Со стороны ЦНИГРИ к работам в 1971 г. подключилась группа М.М.Константинова (Т.Н.Косовец, В.И.Щитова, В.В.Крылова и др.). Была создана первая в Союзе научно-производственная группа по составлению отчета; координации всех работ многочисленных организаций принадлежали главному геологу экспедиции Э.П.Хохлову. Каждая организация имела определенный порученный ей участок работы и соответствующий раздел в отчете. ЦНИГРИ выполнял разделы «Вещественный состав...» и «Соотношения геологического и промышленного контуров», они были тесно увязаны с разделами о метасоматических изменениях (В.Л.Русинов, ИГЕМ), геохимических особенностях (Н.Е.Малямин, ДВТГУ) и др. Удивительно, что столь огромный разношерстный коллектив не только дружно работал, но и отмечал совместно важные события.

За полевые сезоны 1973—1974 гг. на Многовершинном перебивало множество

комиссий, представителей всех рангов. Из забавных моментов этого периода следует вспомнить прилет на Многовершинное Н.В.Петровской, которая ради посещения такого объекта впервые (!) в своей жизни воспользовалась воздушным транспортом. Ну, а обратно ее вывозили на бензовозе.

В этой связи уместно сказать несколько теплых слов о наших героических женщинах, работавших на Многовершинном.

Маргарита Сергеевна Михайлова. Это женщина колоссальной энергии и, если так удобно говорить о даме, пробивной силы, что весьма не вредно в полевых условиях. В то же время, она — внимательный и заботливый товарищ, и под ее «крылом» уютно даже самому капризному члену коллектива.

Татьяна Николаевна Косовец. Эта маленькая женщина — прирожденный геолог. Она пролезала через стланнык на Многовершинном, карабкалась по полусгнившим лесницам восстающих на Садонском руднике, часами тряслась в кузовах грузовиков и не жаловалась, даже когда самые стойкие мужчины прибегали к ненормативной лексике. Добавим при этом невероятное трудолюбие и тщательность в работе — и основное будет сказано.

Валентина Викентьевна Крылова. Ее неисчерпаемый оптимизм и жизнерадостность в самых нечеловеческих условиях, когда сверху льет, снизу чмокает и вообще все не для белого человека — бесценный дар в трудной полевой жизни.

Для меня Северо-Восток возник зимой 1973 года, когда профессор Г.П.Воларович прилетел из Магадана («шеф» любил летать в Магадан зимой) и привез два невзрачных образца, сказав, что это — серебряный «урод», который называется Дукат. Месторождение находится на горке, что очень хороший признак, и если эту горку посчитать на массу, то получится 50 млн т руды. Нужно срочно выезжать и внедрять наши прогрессивные методы — целевой пробоотборник и фотодокументацию.

И уже в марте мы вылезали с борта самолета в казенных полушубках в аэропорту г.Магадан. Нас встречал и сопровождал до Дуката А.К.Алимов — долгие годы бесценный начальник Магаданской партии ЦНИГРИ. Первое впечатление было общей яркости и праздничности: бирюзово-синее

небо, солнце, ослепительно белый снег вокруг. Но будни оказались достаточно суровыми. Чтобы провести фотодокументацию штолен в вечной мерзлоте, пришлось доставать ресивер, греть в котле воду, мешать ее с солью, потом из шланга смывать корку льда. Только после этого в бой вступали фотодокументаторы: два молодых фотографа, сотрудники А.Г.Волярович, которые провешивали свои масштабники, шелкали вспышкой. А.Д.Леля параллельно выбуривал шелевые пробы, а я, с помощью Н.И.Карпинского, вел обычную «ручную» документацию. В бытовке стоял докрасна раскаленный «козел», у которого можно было погреться. Такой был интересный комплекс.

Начальником Дукатской экспедиции был тогда Феликс Эмильевич Стружков. Он вполне оценил наш самоотверженный труд, и с тех пор у нас установились до самой его смерти добрые товарищеские отношения. Человек этот был легендарный и безусловно незаурядный. В 6 часов утра он совершал легкую пробежку на лыжах, затем садился за руль газика и ехал в гору, где обходил все выработки. В 8 утра на планерке он знал, что где происходит, и что-либо утаить или обмануть его было совершенно невозможно. Вахтовки отходили от диспетчерской с точностью до минуты. Он жестоко изгонял бичей и пьяниц, а тем, кто хотел и мог хорошо работать, хорошо платил. Полки ломались от коньяков, вин и водки, но все ходили трезвые. Москвич и выпускник Цветмета, он всю жизнь проработал на Северо-Востоке. Он мог с бичом говорить на языке бича, с интеллигентным научным сотрудником — на его языке, с чиновником из Министерства — на его. И со всеми на равных. Принимая на Дукате директора ЦНИГРИ П.Ф.Иванкина и зам.директора Г.П.Воляровича, он предложил использовать Дукат как полигон для апробации методик ЦНИГРИ. Кто имел большой опыт общения с производственниками, знают, что такие предложения поступают не часто. И на Дукате удалось довольно много сделать полезного. Здесь апробировался шлиховой минералого-геохимический метод (В.Ф.Лоскутов, В.М.Шашкин, С.Ф.Стружков), метод ЧЭЗ (В.П.Пятницкий, Г.Ю.Малашев), Ю.С.Берман изучал геохимию руд, С.С.Двуреченская — зону окисления, Х.Х.Лайпанов — метасоматиты, В.И.Зеленов — технологию обогащения руд. Но самую большую работу сделали

наши геологи — экономисты, разработавшие первые кондиции (В.В.Тищенко, Ю.И.Камышев, А.С.Бобин под руководством В.В.Стефановича). На меня было возложено геологическое обоснование проекта кондиций, геолого-структурное изучение рудного поля и месторождения. Большую помощь оказал И.З.Самонов — не только прекрасный человек и блестящий методист, но и опытный дипломат, умело сглаживавший некоторые острые углы. По существу, этой работой решалась судьба месторождения, и трудно переоценить в этом деле участие специалистов ЦНИГРИ.

Не так удачно сложились дела на Карамкене, где был построен современный отличный ГОК, а прогнозы по рудному полю «отказали». Перечислить всех, кто работал на Карамкене, нет никакой возможности. Была даже по приказу зам.министра А.Д.Щеглова направлена группа «суперэкспертов»: В.Г.Гарьковец, М.Б.Бородаевская, С.В.Григорян, Д.В.Рундквист, Д.А.Тимофеевский. Все вокруг было расканавлено и разбурено, но найти что-нибудь существенное так и не удалось.

Прогнозные карты на Примагаданскую часть Охотско-Чукотского пояса в течение ряда лет составляла команда в составе Ю.А.Эпштейна, С.Б.Хенкиной, В.И.Никольского, на самом месторождении долгие годы плодотворно трудились А.А.Красильников, А.Н.Некрасова, Л.Н.Шишакова, В.А.Мачильский. Интересный анализ геофизических данных и глубинных структур выполнили Е.В.Кузмичева, А.А.Фельдман и Л.В.Морозова.

«Большое золото Камчатки» — также в значительной степени заслуга ЦНИГРИ, особенно на ранней стадии изучения и оценки «первенца» — Агинского месторождения. Это прежде всего — большой многолетний труд Ю.М.Щепотьева, а также большого разнопланового коллектива исследователей, работавших в разные годы на Камчатке, Н.Л.Шилина, С.С.Вартаняна, В.Ю.Орешина, Б.В.Гузмана, А.С.Бобина, В.Н.Иванова, М.Ю.Катанского, Н.Н.Зарудного, А.А.Красильникова, В.А.Степнова, Л.И.Бочек и многих других.

В изучении других областей и объектов Охотско-Чукотского вулканогенного пояса нужно отметить вклад Ю.С.Бермана (Валунистый), М.И.Воина (Хаканджа), И.А.Кудрявцевой, Ю.В.Чудинова.

В течение ряда лет проводилось детальное изучение золотого оруденения Приморского края (М.М.Константинов, Т.Н.Косовец, Н.И.Карпинский, В.И.Щитова, Х.Х.Лайпанов, А.П.Глухов, Н.Н.Зарудный и др.). Детально изучались золото-серебряные проявления самаргинского района и юг Дальнего Востока (Хуалаза и др.). Пожалуй, это были самые экзотические места работ, берег Тихого океана со всей его живностью, которая живая выбрасывалась волнами на берег, тайфуны, встречи с медведями и искателями женьшеня и т.п. К сожалению, объекты оценки оказались небольшими и в тех условиях не представляли практического интереса, и работы были свернуты.

Фундаментальное изучение Майского золото-сульфидного месторождения на Чукотке и его окрестностей связано с приходом в ЦНИГРИ доктора А.А.Сидорова и работой его сподвижников — Ю.И.Новожилова, А.П.Гаврилова, Г.С.Симкина, А.В.Волкова и других. Проблему технологии обогащения руд решала Г.В.Седельникова, упорство которой сопоставимо с упорностью руд этого месторождения.

Одно из последних славных деяний ЦНИГРИ на Востоке — это создание и успешная деятельность научно-производственной группы по подготовке запасов по Покровскому месторождению, где трудились В.П.Новиков, М.С.Михайлова, М.Ю.Катанский, Ю.Н.Родионов, И.И.Рычков, И.С.Чанышев. Это, на первый взгляд, простое месторождение оказалось весьма

сложным в части оконтуривания и увязки рудных тел и как следствие, наши ведущие ученые были откомандированы на полгода и работали и за науку, и за производство.

Сенсацией было открытие Кубакинского золото-серебряного месторождения в палеозойских вулканитах Омолонского массива. В его изучение и оценку большой вклад внесли В.М.Яновский, В.М.Чмырев, В.А.Степанов, Л.Н.Шишакова, В.Б.Голенев, И.С.Чанышев, хотя в результате они существенно разошлись во взглядах как на возраст оруденения, так и на роль в рудообразовании надвиговых и вулканических структур.

Более поздний период характеризовался появлением обобщающих работ — докторских диссертаций Ю.М.Щепотьева и В.П.Новикова, базирующихся на материалах по Востоку; монографий «Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира» (М.М.Константинов, 1984), «Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана» (Ю.М.Щепотьев, С.С.Вартанян, В.Ю.Орешин, Б.В.Гузман, 1989); методических рекомендаций «Прогнозно-поисковый комплекс на золото-серебряное оруденение Охотско-Чукотского вулканогенного пояса» (М.М.Константинов, Ю.С.Бочарников, С.Ф.Стружков, А.И.Калинин, Е.М.Доброхотова, В.А.Дубов, 1989 и другие).

Подводя итог сказанному, отметим, что история ЦНИГРИ, пожалуй, не знала такой многолюдной и эффективной операции, какой была эпопея «Золото Востока».

© А. И. Кривцов, 1995

## ПОРФИРОВЫЙ СТИЛЬ

А. И. КРИВЦОВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

На 27-й сессии Международного геологического конгресса, проходившей в 1984 году в Москве, был проведен спецсимпозиум по меднорудным месторождениям. К этому симпозиуму автором, И.Ф.Мигачевым и В.А.Евстрахиным был подготовлен доклад о

положении меднопорфировых месторождений в металлогенической зональности вулканоплутонических поясов.

При работе над докладом для обозначения специфических условий рудообразования на определенных стадиях развития вул-

кано-плутонических поясов было использовано выражение, вынесенное в заголовок этих заметок. При этом подразумевалось, что данное понятие охватывает месторождения прожилково-выраженных руд ряда металлов, отвечающие в широком смысле слова порфировому типу. Принадлежность таких месторождений к сложным рудно-магматическим системам, рудонакопление в которых обеспечивается как собственно магматогенными, так и окологинтрузивными источниками флюидов и рудного вещества (включая регенерацию его ранее возникших скоплений). Эти общие положения, лишь намеченные в докладе, в дальнейшем получили углубленное развитие в работах И.Ф.Мигачева и, отчасти, В.А.Евстрахина.

Упомянутый симпозиум пришелся на завершение определенного этапа изучения меднопорфировых месторождений сотрудниками ЦНИГРИ С.Т.Агеевой, А.Г.Волчковым, В.С.Звездовым, Р.Н.Мараевой, И.Ф.Мигачевым, О.В.Мининой, А.Е.Сальниковым, В.Г.Сапожниковым, Ю.К.Кудряцевым, В.М.Шепелевым, В.Б.Шишаковым, И.М.Юдиным, Л.П.Болдовой, А.Н.Герасимовым, И.В.Егоровой, М.М.Гирфановым, И.В.Карлиной, С.А.Лисициной, Т.А.Путилиной.

Начало работ ЦНИГРИ по проблеме меднопорфировых месторождений приходится на 1972 год, когда по инициативе М.Б.Бородаевской и тогдашнего руководства института отдел цветных металлов был развернут в сектора по ведущим типам месторождений.

Вернувшись в ЦНИГРИ летом 1972 года после работ в Судане, автор этих строк в коридоре института встретился с Е.А.Савари, который загадочно сказал, что дирекция имеет на него виды. Загадка разрешилась в тот же день в разговоре с М.Б.Бородаевской, которая предложила начать работы по меднопорфировым месторождениям. При этом, правда, было добавлено, что исполнителей еще надо искать, «зависает» написание какого-то отчета по колчеданной проблеме, надо выходить на медноколчеданные месторождения Среднего Урала и т.п., однако меднопорфировая проблема должна получить развитие в лучших традициях ЦНИГРИ. В итоге автор стал руководителем сектора меднопорфировых месторождений.

Интересы автора к этим месторождениям, как весьма привлекательным объектам целевых исследований, были в то время не очень устойчивыми и менялись в зависимости от содержания тех или иных статей. «Порфировая» тематика широко освещалась в зарубежной прессе, тогда как в отечественных изданиях такие статьи появлялись довольно редко, пожалуй, пропорционально отечественной значимости проблемы. По общему духу публикаций не ощущалось отчетливо выраженной линии, системы и организации в стране соответствующих работ. Так что конъюнктура до начала исследований в ЦНИГРИ вроде бы складывалась благоприятно. С другой стороны, требовался выход в регионы, где институт еще не имел «стартовых площадок». Разработки К.Л.Пожарицкого, отличавшиеся ярко выраженной прикладной направленностью, привлекали внимание к проблеме. В то же время по этому направлению уже были начаты работы во ВСЕГЕИ (И.Г.Павлова), сложилась и развивалась группа А.И.Полетаева в КазИМСе, проявлял интерес к проблеме В.А.Перваго — один из руководящих работников отрасли. Соответственно, очертя голову прыгать в омут не особенно хотелось.

Тем не менее, после неоднократных дискуссий с М.Б.Бородаевской было решено начать с разработки принципов выделения и прогнозирования рудных районов с меднопорфировыми месторождениями. Выбор этого направления и относительная уверенность в возможном успехе определялись прежде всего тем обстоятельством, что на примере месторождений колчеданного семейства уже была создана методология рудно-формационного анализа и соответствующие приемы прогнозно-металлогенических построений. С другой стороны, такая тема исключала опасность «увязания» в изучении отдельных объектов и давала возможность проведения географически широких работ с адаптацией исполнителей к новым для них типам месторождений и ознакомления со всем их разнообразием.

«Стартовая группа» сформировалась из уральских «колчеданщиков» (С.Т.Агеева, В.М.Шепелев), воспринявших новый разворот событий без особого энтузиазма. Избытка последнего не было и у руководителя работ, который что-то срочно доделывал по уральским медноколчеданным обязательст-

вам и писал докторскую. Присоединившийся к группе И.М.Юдин, ранее защитивший кандидатскую диссертацию по зональности Коунрадского месторождения, воспринимал новые обязанности скорее философски. До начала полевых работ группа свела все доступные зарубежные и отечественные публикации в систему, ориентированную на классификацию месторождений и рудных районов на рудноформационной основе. Многие данные, особенно петролого-петрохимические, были практически недоступны в силу отсутствия и зарубежных и отечественных исследований.

Классификационные построения и выводы неоднократно менялись после достаточно острых дискуссий в группе. Первое, чего удалось достигнуть — разработать более или менее стройную систематику рудно-метасоматической зональности меднопорфировых месторождений. Вслед за этим выяснилась поначалу трудно объясняемая пестрота месторождений, относимых к меднопорфировым. Тем не менее к началу полевого сезона в первом варианте выработались принципиальные положения, развившиеся затем в геолого-генетические основы прогнозных построений. Были выявлены зависимости между составом руд и метасоматитов от формационных характеристик рудоносного плутонизма и вулканоплутонизма, что объяснялось природой и составом субстрата соответствующих геоструктур. Этим фактически были созданы основы для выделения меднопорфирового семейства, объединяющего золото-меднопорфировые, молибден-меднопорфировые, медномолибден-порфировые и молибден-порфировые месторождения. В дальнейшем эти типы объектов были «разведены» по разным моделям — от «диоритовой» до собственно «гранитной». Уже после обоснования реальности разных типов месторождений и их семейства возникли терминологические проблемы — как называть соответствующие вулканоплутонические пояса (ВПП), несущие месторождения порфирового семейства? Очень подходящей оказалась приставка «эпи» для разделения поясов с разным субстратом. Оставалось «немного» — оценить реальность обобщений и аналитических построений на примере конкретных объектов, получить комплекс собственных данных по широкому спектру

вопросов и превратить все это в «принципы прогноза».

Полевые работы были начаты в Коунрадском рудном районе с действующим карьером и рядом месторождений и рудопроявлений, находящихся на разных стадиях изученности. Начиная эти работы С.Т.Агеева и В.М.Шепелев были ориентированы на составление опорных разрезов по скважинам. Однако даже отнюдь не лучшие традиции хранения керн на Урале в Казахстане оказались идеалом. Пришлось по клочкам с большими разрывами собирать и передокументировать керн прошлых лет, чтобы получить хотя бы фрагменты разрезов месторождений. К этому времени уже существовала карта Коунрадского карьера, составленная под руководством А.И.Полетаева и существенно дополнявшая ранее проведенные работы И.М.Юдина. Эта карта очень помогла в понимании ситуации, поскольку предоставляла возможности прямого сличения с геологической «натурой».

Несколько позже (в 1974 г.) в ЦНИГРИ из МГРИ перешли Ю.К.Кудрявцев, Р.Н.Мараева и В.Г.Сапожников, ранее выполнявшие геолого-съемочные работы в Центральном Казахстане. С их переходом появилась возможность построения структурно-формационных основ для одной из ключевых провинций меднопорфировых месторождений. На ранней стадии работ возникали определенные противостояния различных школ. «Колчеданщики», пришедшие в группу с Урала, легко и свободно оперировали геолого-формационными приемами, картировали и воспринимали как нечто естественное скольжение режимов и возрастов формаций по латерали, владели многими «маленькими хитростями», приобретенными почти за 10 лет работы на Южном Урале. «Новички» оперировали свитами, интуитивными комплексами и стояли на классических позициях развития подвижных поясов по вертикали. Тем не менее, со временем сложились единые подходы, и к завершению первого этапа исследований при активном участии С.Т.Агеевой выработалась схема размещения вулканоплутонических поясов (ВПП) Центрального Казахстана. Было показано, что андезитоидные ВПП формируются с некоторым запозданием на флангах базальтоидных прогибов (внутри континентальных

«рифтов») с последующим «откатыванием» от них по латерали. При этом вулканоплутонические ассоциации «вырождаются» в собственно плутоногенные составляющие. Традиционно плутонизм без вулканизма, проявляющийся с большим отрывом во времени от субстрата, считался активизационным, а ВПП относились к орогенной стадии. Материал по Коунрадскому району и его обрамлению породил компромиссный термин «орогенноактивизационные ВПП». В итоге в системе микроконтинентальных глыб Центрального Казахстана удалось выделить разновозрастные ВПП, входящие в латеральные ряды геоструктур, и обосновать «скольжение» меднопорфировых месторождений во времени и пространстве.

Большое значение для успеха исследований на первом этапе имел выход в 1974—1975 гг. на Коксайское месторождение в Южном Казахстане (В.М.Шепелев, В.Б.Шишаков, Л.П.Болдова, И.В.Карлина). На месторождении завершались разведочные работы, керн скважин был в нормальном состоянии, резкие перепады рельефа вскрывали месторождение в широком вертикальном размахе. Пожалуй, это было единственное месторождение, где выходящая на палеоповерхность брекчиевая трубка была доступна для наблюдения «во всей своей красе». Приуроченность рудной минерализации к дайкам и околодайковым зонам позволила выявить закономерности распределения метасоматитов и руд разного состава. Пространственная сопряженность даек и трубчатых брекчиевых тел при сложности форм тех и других во многом затрудняла изучение месторождения. Однако на его примере были выработаны главные методические приемы целевого картирования меднопорфировых объектов. Работы на Коксае, организационно весьма сложные, дали ряд новых результатов, которые не были получены так или иначе конкурировавшими с ЦНИГРИ предшественниками. Значительно позднее В.А.Нарсеев, уже работая в ЦНИГРИ, вспоминал, как он «воспитывал» сотрудников КазИМСа, говоря, что ЦНИГРИ вышел на Коксай, все там перестроил и сходу опубликовал принципиальную статью в «Геологии рудных месторождений». Мы тогда этого не знали, но наша уверенность в своих силах возрастала с каждым днем.

В 1976 г. работа по принципам прогно-

зирования районов меднопорфировых месторождений была завершена. Она содержала комплекс прогнозно-поисковых признаков и стала основой для ряда публикаций в Трудях ЦНИГРИ и центральных изданиях.

Естественно возникла необходимость апробации этих принципов и приложения соответствующих методических приемов на представительном «полигоне». Поскольку лаборатория продолжала работы по колчеданной тематике на Урале, а уральской геологии меднопорфировые месторождения практически были неизвестны, соответствующие исследования ЦНИГРИ с 1977 г. охватили Южный Урал и Северный Казахстан.

На Южном Урале тогда было известно единственное месторождение меднопорфирового типа — Салаватское, рудно-формационная принадлежность которого дискутировалась, а на севере Казахстана велись оценочные работы на Бенкалинском и Баталинском месторождениях, существенно отличавшихся от эталонных объектов. В то же время в этом крупном регионе была известна серия «неклассифицированных» проявлений прожилково-вкрапленных руд, которые при возможной принадлежности к меднопорфировому семейству могли бы стать резервной базой медедобывающей промышленности Урала.

Южноуральскую часть работ вели О.В.Минина, А.Г.Волчков, А.Н.Герарков, северо-казахстанскую — С.Т.Агеева и Л.П.Болдова. Эти исследования не только обеспечили разработку известных объектов и обоснование перспектив меденосности крупного региона, но и позволили решить ряд принципиальных вопросов палеотектонического и металлогенического районирования юга Урала и севера Казахстана. Удалось выявить соотношения, сопряжения и связи островодужных структур запада региона, шовных «рифтовых» зон Восточно-Уральского поднятия и Валерьяновского ВПП. Были получены интересные данные о «скольжении» геотектонических режимов и рудоносного магматизма по латерали, что расширило предшествовавшие построения по колчеданной тематике.

Исследования ЦНИГРИ этого периода создали необходимый импульс для геолого-разведочных работ. В последующие годы

была открыта, оценена и переоценена большая группа месторождений — Зеленый Дол, Тарутинское, Ново-Николаевское, Михеевское, Вознесенское, Томинское, Медная Гора, которые уже после 1984 г. детально изучались О.В.Мининой, В.Б.Шишаковым, М.М.Гирфановым.

Одновременно с уральско-казахстанскими работами велись исследования по общесоюзной тематике, направленной на морфогенетическую типизацию меднопорфировых месторождений. Эта тема обеспечивала возможности выхода на все интересные объекты и регионы страны, что создавало условия для расширения сфер влияния ЦНИГРИ.

Весьма заманчивым был выход на Камчатку, которая казалась тогда сходной с Андийскими ВПП. В 1976 г. эти работы были начаты В.С.Звездовым. Работы на Камчатке дали вовсе не те результаты, что ожидалось. Расчет был на ситуацию Западно-Американских ВПП. Однако ситуация оказалась принципиально иной. Руды Кирганикского и Шаромского месторождений оказались в ассоциации с шонкинитами. Аналоги таких объектов на других территориях известны не были. «Экзотичность» объектов при перегрузке группы текущими задачами послужила причиной того, что эта линия не стала разрабатываться. Лишь позднее по зарубежным публикациям было «обнаружено» сходное месторождение в США, а еще позже на Алдане был открыт Рябиновый шток с золото-медными рудами, близкий к камчатским объектам по ряду черт. Откровенно «активизационная» природа рудоносного магматизма, его щелочной характер и кольцевое строение интрузивов «вывели» такие объекты из сферы интересов меднопорфировой группы, однако эта проблема впоследствии получила весьма слабое развитие в отечественных исследованиях.

В 1978 г. камчатские работы были переключены на Малетойваямское серное месторождение (А.Г.Волчков, В.С.Звездов), которое предположительно было отнесено к верхам меднопорфировой системы. Было показано, что на этом объекте развиты зоны люционит-энаргитовой минерализации, которые позже были обнаружены на месторождении Речк в Венгрии. В итоге Малетойваямское месторождение было отнесено к «верхам» крупной меднопорфировой рудно-

магматической системы. Рекомендации о разбурировании ее на глубину не менее 1 км в отличие от Речка не были реализованы ввиду сложных геолого-экономических условий района.

В 1977—1978 гг. с небольшим разрывом по времени вышли три монографии по меднопорфировым месторождениям (И.Г.Павловой, В.С.Попова, В.А.Перваго). Нельзя сказать, что эти явления воодушевили «порфировый» коллектив ЦНИГРИ, не обнаруживший в этих работах многого из того, что было им найдено и сделано, а также не разделявший ряд принципиальных положений авторов монографий. Срочное издание целевых Трудов ЦНИГРИ и подготовка серии статей и докладов имели целью продемонстрировать достижения института и обосновать его лидирующие позиции в разработке проблемы.

«Морфогенетическая» работа была завершена в 1979 г. Она была основана на изучении месторождений Казахстана, Южного Урала, Узбекистана, Малого Кавказа, Забайкалья, Тувы, Камчатки, что обеспечило мощное развитие фактографической базы как для исполнявшихся, так и для новых исследований. Успех этой работы во многом был определен приходом в ЦНИГРИ И.Ф.Мигачева, хорошо знавшего многие месторождения порфирового семейства и обладавшего значительным опытом научно-производственных работ.

С 1979 г. начались работы по выявлению закономерностей размещения меднопорфировых месторождений на территории СССР и по оценке их золотоносности. В этот период увидели свет многие публикации сотрудников института, характеризовавшие строение месторождений, методику их прогноза и поисков и содержавшие оценку перспектив ряда регионов.

К началу 80-х годов результаты работ ЦНИГРИ привлекли внимание руководства отрасли и ряда производственных организаций к меднопорфировым месторождениям, поиски которых ранее велись лишь вблизи действующих предприятий Казахстана и Узбекистана.

По инициативе автора и В.А.Евстрахина, интенсивно популяризовавшего месторождения порфирового типа, было принято решение Мингео СССР о расширении

поисков таких объектов, в первую очередь, в восточных районах страны. ЦНИГРИ была поручена подготовка соответствующей общесоюзной программы и «пропаганды» проблемы. В итоге проблема меднопорфировых месторождений стала общетраслевой, что вызвало разворот геолого-разведочных работ в ряде регионов страны.

На Урале началась ревизия ряда проявлений и их переоценка как объектов порфирового типа. В Казахстане форсированно велись оценочные и разведочные работы на вновь обнаруженных месторождениях Актогай, Айдарлы, Кызылкия; на Малом Кавказе оценивались перспективы меденосности Мегри-Ордубадского плутона, в Армении было обнаружено месторождение Техут, изучением которого занимались О.В.Минина и А.Е.Сальников.

Принципиальное значение имели работы ЦНИГРИ на Чукотке (И.Ф.Мигачев, А.Г.Волчков, В.Б.Шишаков, Р.Н.Мараева). К началу 1980 г. там было обнаружено месторождение «вкрапленных медных руд» Песчанка, геолого-промышленная принадлежность которого оставалась неясной. Исследованиями ЦНИГРИ было показано, что это крупный меднопорфировый объект. Расшифровка его геологической позиции, морфологии рудного тела и рудно-метасоматической зональности позволили не только рекомендовать эффективную методику оценки, но и обосновать перспективы меденосности и попутной золотоносности всей Анойской зоны.

К 1982 году была завершена оценка перспектив территории СССР на меднопорфировые месторождения с разбивкой потенциально рудоносных территорий по очередности освоения. Эта работа, выполненная автором, С.Т.Агеевой, И.Ф.Мигачевым, В.Г.Сапожниковым, А.Е.Сальниковым, Р.Н.Мараевой, создала основы для долгосрочного перспективного планирования поисков и стала базой для оценки прогнозных ресурсов. В том же 1982 году завершились исследования по оценке золотоносности меднопорфировых месторождений, в которых были разработаны комплексные критерии выделения районов с золотосодержащими меднопорфировыми месторождениями и дана их геолого-генетическая классификация.

Прикладные рекомендации, содержа-

щиеся в этой работе, были рассчитаны на весьма далекую перспективу по срокам реализации. Принципиальное значение имело обоснование возможностей обнаружения новых типов крупнообъемных месторождений — оловопорфировых, золотопорфировых и др. Ярким примером реальности прогноза стало обнаружение комплексного месторождения Тигриное. К сожалению, по ряду причин эти рекомендации были реализованы в весьма ограниченных масштабах. В какой-то мере сказался и «эффект задержки», возникающий как результат психологической адаптации поисковиков к новым типам месторождений.

Идеи расширенного понимания порфирового типа месторождений получили подтверждение в Латинской Америке, в частности, в Чили. В этой стране были обнаружены золотопорфировые месторождения Марите (66 т золота, 29 т серебра), Лобо (128 т золота), Рефьюджио (194 т золота). Более того, на ряде новых объектов были получены доказательства принадлежности эпитермальных золото-серебряных месторождений к верхам и флангам меднопорфировых систем. Это положение, неоднократно выдвигавшееся автором и И.Ф.Мигачевым, к сожалению, не получило проверки на отечественных объектах, в первую очередь, в Охотско-Чукотском поясе. «Жильные традиции» этого региона могут считаться причиной возможного пропуска и неопознания крупнообъемных объектов порфирового типа.

В 1983 году, преодолев достаточно длительное «внешнее» сопротивление, вышла в свет книга «Геологические основы прогноза и поисков меднопорфировых месторождений» (А.И.Кривцов), которую опередила позднее подготовленная коллективная монография «Методы поисков меднорудных месторождений» (1982 г.), вобравшая в себя достижения ЦНИГРИ и по меднопорфировой проблеме.

С 1982 г. работы ЦНИГРИ были переориентированы на создание методических руководств и разработку прогнозно-поисковых комплексов. Эти исследования, так же как и работы по колчеданным месторождениям, стали пионерными в сфере создания прогрессивных технологий геологоразведочных работ и в разработке требований к



результатам различных их стадий. Одновременно продолжались исследования на новых и на крупных меднопорфировых месторождениях Казахстана, Киргизии, Урала, Закавказья, Чукотки и Забайкалья. Началась подготовка монографии «Меднопорфировые месторождения мира» (А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачев, В.С.Попов, 1986 г.), в которой были обобщены передовые отечественные и зарубежные разработки. Эта книга была ориентирована на широкое распространение информации о меднопорфировых месторождениях; она вобрала в себя ряд описательных и методических материалов, полученных по тематике СЭВ. Инициатива в этих исследованиях принадлежала сотрудникам ЦНИГРИ, под воздействием которых был подготовлен ряд международных публикаций. В этой монографии были широко развернуты геолого-генетические аспекты проблемы, продемонстрированы прогнозно-поисковые модели, получили развитие количественные подходы к созданию генетических моделей и детально проанализированы рециклинговые рудообразующие системы.

Разворот работ в 1982—1985 гг. в методическом направлении отразился в издании ряда методик и монографий прикладного характера — «Требования к результатам ГРП» (1983 г.), «Принципы прогноза и оценки» (1984 г.), «Руководство по рациональной методике поисков» (1984 г.), «Справочник по поискам и разведке месторождений цветных металлов» (1985 г.). Во всех этих работах меднопорфировая тематика занимала должное место (рисунок).

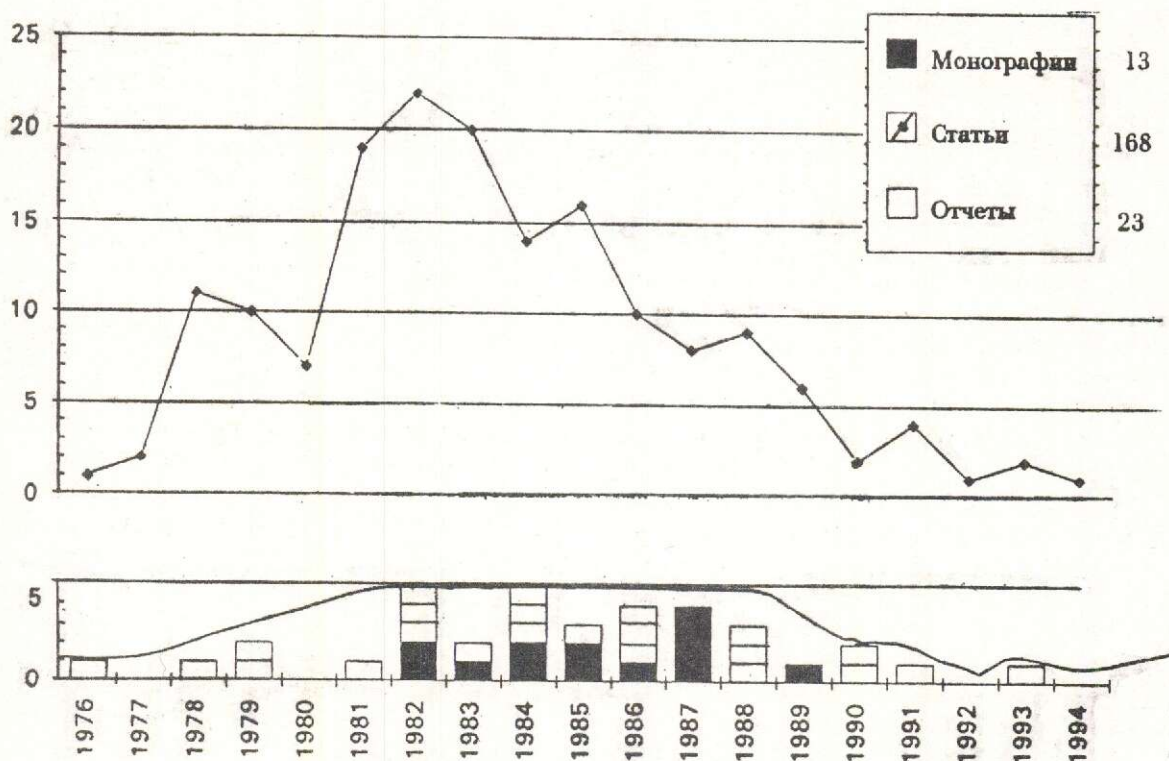
В 1984 г. по инициативе геологов Казахстана была начата подготовка книги «Прогрессивные технологии оценки и разведки меднопорфировых месторождений» (А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачев, Л.У.Кыдырбеков, Ю.А.Сергийко, А.Е.Сальников). Эта книга, вышедшая лишь в 1987 г., синтезировала геолого-генетические и методические разработки ЦНИГРИ, а на примере месторождений Актогайской группы демонстрировала их практическую реализацию, а также организационно-методические и геолого-экономические основы и приемы работ по полному циклу — от обнаружения месторождений до разведки и подсчета запасов. Работа обобщала зарубежный опыт методи-

ки оценки и разведки, содержала обширный геолого-экономический материал практически по всем месторождениям мира. Монография готовилась как инструктивно-методическое и справочное руководство; она была ориентирована на возможно быструю адаптацию поисковиков и разведчиков к задачам обнаружения меднопорфировых месторождений. Из-за обильной демонстрации отечественных методик («ноу-хау») книга вышла под грифом ДСП и была ограничена в распространении.

Книга послужила основой для выдвижения ряда исследователей меднопорфировых месторождений на Государственную премию. По мере прохождения работы в тиши кабинетов из авторского коллектива «исчезли» сотрудники ЦНИГРИ и в конечном итоге лауреатами стали лишь два казахстанских соавтора книги, к которым были добавлены другие кандидатуры по принципу республиканской и иной представительности.

Надо сказать, что с признаниями достижений отраслевой науки в стране всегда возникали проблемы, разрешаемые, как правило, не в пользу научных сотрудников. Работы ЦНИГРИ на Актогайской группе месторождений проводились в условиях достаточно интенсивного противодействия анонимных сил. Для выхода с работами на месторождения Узбекистана потребовался визит М.Б.Бородаевской и автора этих строк к руководству Министерства геологии этой республики с выездом в Ташкент и достаточно сложными «дипломатическими» переговорами. Решения, принимаемые Мингео СССР по рекомендациям отраслевых кураторов, реализовывались на уровне объединений и экспедиций далеко не без сопротивления. Были в таких явлениях и элементы «деления шкур неубитых медведей», определенные опасения за качество выполнявшихся на местах работ; проявлялись и ревность, и зависть, и затаенная неприязнь к «столичной» науке. При проведении конкретных работ вся эта шелуха отлетала, устанавливались добрые личные отношения во всех звеньях, однако стартовые периоды на многих объектах были для цнигровцев далеки от режимов благоприятствования.

Разработка меднопорфировой проблемы способствовала быстрому росту научных кадров. Только на спецсовете ЦНИГРИ за



Начные работы и публикации сотрудников ЦНИГРИ по проблеме меднопорфировых месторождений (1976-1994 гг.).

1982—1983 гг. было защищено 6 кандидатских диссертаций — Ю.П.Скибин, Л.У.Кыдырбеков, В.С.Звездов, А.Е.Сальников, В.Г.Каминский, М.М.Гирфанов (рисунок).

После 1985 года работы ЦНИГРИ по меднопорфировой тематике были ориентированы на изучение новых месторождений, открытия многих из которых явились результатом общеметодических и конкретных рекомендаций нашего института. Накопленный к 1990 году материал послужил основой для создания серии моделей меднопорфировых месторождений и соответствующих рудообразующих систем в качественном и количественном выражении.

Изменение ситуации в геологической отрасли определило переход к обобщающим работам, целенаправленному анализу огромного материала, накопленного за 15 лет интенсивных исследований. Главными в работах нового (надеюсь, не последнего) периода стала проблема комплексных рудных узлов, принципиальные положения которой были разработаны И.Ф.Мигачевым. Вещест-

венное разнообразие продуктов металлогенических процессов, тяготеющих к центрам рудообразующих меднопорфировых систем, может получить, после завершения выполняемых ныне исследований, комплексное объяснение с соответствующими прикладными выводами

Почти два десятилетия форсированной разработки проблемы меднопорфировых месторождений многому научили каждого из участников этих исследований и многое дали отечественной минерально-сырьевой базе, в последующем развитии которой, без сомнения, будут использованы ранее созданные обоснования направлений поисковых работ.

В 1987 г. в числе коллектива разработчиков прогрессивных технологий геологоразведочных работ И.Ф.Мигачеву, О.В.Мининой, А.Г.Волчкову и автору этих строк была присуждена отраслевая премия, что так или иначе отразило признание их достижений в первую очередь в сфере геологии меднопорфировых месторождений.

ных работами ЦНИГРИ на должный уровень в отечественной минерально-сырьевой базе.

Интенсивная разработка меднопорфировой проблемы велась в общем-то весьма ограниченным числом сотрудников, работавших не за страх, а за совесть, с весьма высокой профессиональной увлеченностью. Всем нам бывало нелегко и из-за организационных сложностей, и из-за широкого разброса работ по всей стране, и из-за одновременного исполнения частью коллектива работ по другим направлениям и проблемам. Как обычно, трудное и плохое забывается. По прошествии времени вспоминается лишь

хорошее. И это хорошее — в первую очередь от друзей и соратников, с которыми вместе был создан и реализован «порфиновый стиль» во славу ЦНИГРИ и отечественной минерально-сырьевой базы.

Автор с глубокой благодарностью и признательностью вспоминает всех своих коллег, как названных, так и не названных в этих заметках, а также друзей и соратников в ближнем и дальнем зарубежье. Особая благодарность — всем сотрудникам института, помогших автору восстановить хронику событий. Юбилей тем и хорош, что заставляют оглянуться в прошлое — в основы настоящего и будущего!

© Коллектив авторов, 1995

## БУРЕНИЕ СКВАЖИН НА ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЯХ — ДЕЛО ТОНКОЕ

В. М. МИНАКОВ, Б. П. МАКАРОВ, И. В. МОРОЗОВ, В. А. ОРЬЕВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Золотоносные россыпи имеют огромное значение для страны, так как являются главным источником добычи золота.

Специфические геолого-технические условия залегания россыпей создают значительные технические трудности для проведения буровых работ, предъявляя особые требования к технологии и техническим средствам бурения.

Значительные изменения устойчивости и крепости пород отложений от сухих, талых и сильнообводненных до многолетнемерзлых, различный минералогический состав плотиков россыпи, неравномерное распределение в плане и по вертикали россыпи полезного компонента, изменчивость гранулометрического состава пород и размеров зерен золота предопределили сложность и трудность создания новой техники и технологии бурения скважин, обеспечивающих высокое качество результатов буровой разведки.

Первые работы технического направления были начаты в буровой лаборатории

горного сектора, основной задачей которой являлась разработка технических средств и технологий бурения скважин, в том числе и на россыпных месторождениях золота. В 1948—1959 гг. Я.А.Романцевым были проведены исследования по оценке качественной характеристики ударно-канатного бурения, практически единственного способа бурения скважин, так как он был универсален и обеспечивал успешное бурение во всех типах рыхлых отложений. Было установлено, что ударно-канатное бурение имеет технологические недостатки, приводящие к искажению геологической информации о количестве металла в россыпи, мощности и глубине залегания золотоносного пласта. По результатам работ были сформулированы задачи дальнейших исследований, основой которых была идея использования других способов бурения, включая скважины большого диаметра. Исследования были продолжены с момента организации в 1954 году отдела методики разведки (А.П.Божинский), когда по его инициативе была создана

группа под руководством Б.П.Макарова (М.И.Новичков, Б.Я.Антонов и И.Б.Руденко). Перед группой была поставлена задача технического решения проблемы бурения скважин большого диаметра на золотоносных россыпях. В 1952 году было составлено техническое задание, а в 1955 году расчетно-пояснительная записка к проекту по созданию установки БМН-860, последняя была в дальнейшем изготовлена Уфимским заводом горного оборудования (1961 год) и использовалась в виде экспериментального стенда в Тульском отделении ЦНИГРИ.

Для первых экспериментов была использована передвижная установка; основным рабочим органом которой являлся трехчелюстной грейфер. Сначала работы по освоению нового для нас способа были проведены на территории института, которые показали необходимость усовершенствования конструкции грейфера, что и было выполнено промышленным предприятием института.

По инициативе П.Л.Каллистова были проведены испытания осваиваемой техники в пойме реки Чертанка, там, где сейчас возведены жилые массивы. Работы проводились поздней осенью. Бригада в составе Б.П.Макаров, В.И.Сладков и М.Н.Новичков установила четырехместную палатку, внутри — печку-буржуйку и провела на этом полигоне целую неделю с ночевками, не уезжая домой. Маленькая печурка не спасала от холода и мы замерзали, но, несмотря на это, настроение было приподнятое. В общем условия были приближенными к полевым, хотя и в пригороде Москвы. Главная цель — проверка процесса бурения грейфером в сильнообводненных галечных отложениях с включением валунов.

Бурение таких отложений проходило успешно, с высокой производительностью. Однако при достижении уровня воды (глубина скважины 1,5—2,0 м) снижалась устойчивость стенок скважины, и порода обваливалась в обводненный забой. Таким образом, выявилась необходимость крепления стенок скважины трубами при бурении в водоносных горизонтах. Иначе, при бурении на россыпях, могли быть искажены данные поинтервального опробования. Несмотря на эти испытания, в 1961 году в конструкторском отделе (первом отделе вновь созданной

Тульской экспедиции) был начат цикл опытно-конструкторских работ по усовершенствованию грейфера (для работы в водо-заполненной скважине). Намечалось его изготовление и испытание в полигонных условиях. Испытания были проведены в Тульской экспедиции в различных условиях и позволили получить положительные данные по бурению скважин. Была установлена также возможность проведения поинтервального отбора проб в слабо обводненных скважинах. Этими работами был завершён первый этап исследований по созданию в дальнейшем грейферного (ударно-захватного) способа бурения. Работы первого этапа были технически и организационно очень сложными. В дальнейшем на основе этих технологий были разработаны и созданы буровая установка БМН-860 (в виде несамостоятельного экспериментального стенда), установка ПУРШ и УБСР-25.

Решив часть технических проблем, было необходимо оценить уровень качества отбираемых проб, особенно в талых, обводненных отложениях, а также возможность использования создаваемой техники для бурения многолетнемерзлых пород. Одновременно перед технологами института была поставлена задача создания передвижной (полевой) обогатительной установки для обработки среднеобъемных шурфовых проб, полученных при проходке вручную на «пожог» или проморозку, которая должна была заменить ручную лотковую промывку.

Объем проб, в которых золото извлекалось с помощью ручной лотковой промывки, был большой на территории всей страны. Замена их пробами, которые отбирались при бурении скважин большого диаметра, по величине соответствовавшие шурфовым пробам, значительно повышала эффективность работ. В 1961 году было проведено изменение структуры института и создан отдел техники разведки (зав.отделом Н.И.Любимов). В отделе была выделена лаборатория техники и технологии бурения (зав.лабораторией В.П.Кренделев), которая имела два направления: усовершенствование технологии ударно-канатного бурения и техники и технологии бурения скважин большого диаметра.

В направлении исследований качества ударно-канатного бурения успешно работа-

ли, становясь высококвалифицированными специалистами, В.М.Минаков, В.А.Орьев, И.В.Морозов и другие сотрудники отдела.

Первые исследования по разработке рациональной технологии ударно-канатного бурения скважин на россыпных месторождениях были проведены в Ленском золотоносном районе. Геолого-технические условия залегания россыпей в этом районе были наиболее сложными и характеризовались частым изменением глубин залегания, большим количеством крупногалечного и валунного материала, значительной водообильностью. С учетом того, что у непосредственных исполнителей (В.М.Минаков, В.А.Орьев) не было опыта бурения разведочных скважин в таких условиях, первый полевой сезон был полностью посвящен ознакомлению с особенностями ударно-канатного бурения на россыпях.

На основе анализа значительного фактического материала по результатам буровых работ были разработаны теоретические и методологические основы совершенствования и создания новой буровой техники для разведки россыпных месторождений золота. Все экспериментальные работы в 1963—1966 гг. осуществлялись в производственных условиях непосредственно на буровых установках. Эти работы позволили установить взаимосвязи технологии бурения и качества отбираемых поинтервальных проб (В.М.Минаков, 1987 г.).

Одновременно проводились работы в Ленском золотоносном районе по оценке эффективности применения вращательного колонкового бурения, которое в больших объемах применялось на россыпях Уральского региона (В.А.Орьев, И.В.Морозов).

Анализ полученных экспериментальных материалов позволил сделать вывод о возможности получения качественных результатов бурения по золотоносному пласту и необходимости создания новых технических средств, обеспечивающих его эффективное применение по всей толще месторождения.

Главным результатом работ этого периода был вывод о необходимости создания буровой техники комбинированного бурения скважин ударно-канатным способом по пустым породам и вращательного бурения по золотоносному пласту. Реализация этого вывода ЦНИГРИ совместно с СКБ «Геотех-

ника» обеспечила создание типоряда принципиально новых буровых установок комбинированного бурения УБР-1, УБР-2, УБР-2М, УБР-50ВУ (БУУ-2). Производственные испытания, произведенные в различных регионах страны полностью подтвердили выдвинутые положения и показали необходимость новой прогрессивной техники (В.А.Орьев, В.П.Рыбин, В.А.Алексеев, Б.П.Плясунов).

В области бурения скважин большого диаметра работала группа в составе Б.П.Макаров, С.Н.Блинов, Б.Я.Антонов. Эта группа тесно сотрудничала с группой технологов, возглавляемой А.И.Лифшиц. Совместная работа позволяла комплексно решать задачу отбора и обработки проб золотоносных россыпей, при бурении установкой ПУРШ. Непосредственная обработка проб сразу после извлечения ее из скважины позволила избежать возможных потерь и искажений содержания металла в пробе при ее транспортировке и обработке вручную, что способствовало получению объективных результатов опробования.

Первые опыты бурения установкой ПУРШ и обработки проб передвижной обогащательной установкой ПОУ были успешно проведены на Невьянском прииске Уралзолото по специальной методике. Участок россыпи слагался труднопромывистыми (что характерно для Уральского региона) и суглинистыми отложениями с незначительным включением галечного и особенно валунного материала. Стенки скважины были устойчивы в обводненной зоне. Это позволило получить достаточно полные и достоверные данные как по отбору проб, так и по оценке технологии процесса их обработки на установке ПОУ. Качество извлечения металла оценивалось по результатам обработки материала хвостов методом амальгамации. Так как экспериментальное бурение производили не на плановых скважинах, а вблизи от ранее пройденных вручную шурфов (база сравнения), то мы выполняли обязанности буровых мастеров, разнорабочих, промывальщиков пробы и вели все необходимые процессы и операции. От такой напряженной работы мы уставали, да и бытовые условия были средние — палатка, раскладушка, 3,5 км от поселка, куда ходили за продуктами и т.п. Единственно приятное —

это баня, топленная по-черному, один раз в неделю. Обработка материалов по окончании полевых работ показала, что результаты в целом — положительные и они были одобрены секцией Ученого совета. Таким образом, подведение общих итогов работ полевого сезона позволило сделать первый уверенный вывод: создаваемая техника прогрессивная и ее дальнейшее создание необходимо для геологоразведочных работ несмотря на ряд выявленных недостатков.

Второй этап поисковых экспериментальных работ был проведен бригадой под руководством Б.П.Макарова и А.И.Лифшица на участке электродраги № 1 (р.Удерея) Красноярскзолота. Условия залегания россыпи были сложными — зоны пятнистой и сплошной мерзлоты с тальми участками (верхний слой до 1,5 м), так как работы проводились в летний период. Россыпь неглубокого залегания — до 5 метров. В бытовом отношении устроились хорошо — восстановили избушку в распадке в 800 м от опытных скважин, так что путь на работу был легкий. Конец лета и осень были прекрасными для охоты на уток и рябчиков, а также зайцев. В долине был большой урожай ягод — малины, княженики, брусники. А вот за продуктами ходить на прииск около 4 км. Но в целом нормально устроенный быт был залогом хорошего настроения и успешного проведения экспериментальных работ, что способствовало получению положительных результатов. В процессе бурения было обнаружены конструктивные недостатки грейфера. Из подручных средств были сделаны приспособления к грейферу и все 9 скважин, добурены до плотика с поинтервальным отбором проб. В дальнейшем экспериментальный участок был оконтурен и в отделе методики разведки был произведен подсчет среднего содержания золота по этим скважинам на горную массу всего участка. На следующий год после отработки участка драгой по маркшейдерским замерам были получены данные о количестве полученного драгой золота. Расчетные и фактические данные показали хорошую сходимость. Это дало основание утверждать, что грейферное бурение в мерзлоте возможно с получением достаточно качественных результатов.

Дальнейшие работы проводились на р.Джалинда и р.Янкэч Соловьевского при-

иска Амурзолото. Работали в сложных условиях. Основной особенностью работ на этих россыпях была попытка бурения грейфером в талых, сильнообводненных отложениях с параллельным креплением стенок скважины легкими обсадными трубами, изготовленными в промышленном предприятии института в г.Москве.

Был выполнен большой объем буровых работ в сложных геолого-технических условиях до глубины 5—7 метров.

Данные обработки на ПОУ-4 полученных проб показали хорошую сходимость с шурфовым опробованием, из ранее пройденных шурфов, на расстоянии 2 метров от экспериментальных скважин. Основной вывод: бурение скважин в талых обводненных отложениях возможно осуществлять только с обязательным креплением стенок скважины на полную глубину, с незначительным отставанием от забоя скважины. Причем обсадка должна выполняться обязательно с вращением обсадных труб.

Что дало нам выполнение этого этапа экспериментальных работ при проведении которого был получен значительный результативный материал? Начиная практически с нуля, не имея никакого опыта бурения скважин большого диаметра на россыпях и каким-либо другим способом, кроме ударно-канатного, получили необходимые знания по технике, технологии и методике разведочных работ на золотоносных россыпях.

Убедились, что способ бурения должен быть комбинированным с обязательным креплением стенок скважины в талых обводненных россыпях. Требования к буровому инструменту должны устанавливаться исходя из особенностей условий залегания россыпей, их обводненности, гранулометрического состава пород и характера плотика.

Обработка проб должна осуществляться механизированным способом на установках типа ПОУ, а не вручную на промывочном лотке, — последнее есть операция трудоемкая, результативность ее по многом зависит от квалификации промывальщика и объема промываемой пробы.

Создание основного и вспомогательного бурового инструмента (для различных категорий пород) является сложной технической задачей и требует привлечения квалифицированных кадров конструкторов. Сложность

поставленной задачи усугублялась необходимостью проведения поинтервального опробования с высоким качеством отбора проб.

Полученные результаты опробования при грейферном (ударно-захватном) бурении позволили обосновать возможность и целесообразность проведения дальнейших опытно-конструкторских работ по созданию комплекта бурового инструмента для комбинированного способа (грейфер и ковшовый бур для вращательного бурения) и исследований по технологии процесса бурения. Эти работы планировалось провести на созданной в этот период буровой установке БИН-860.

Большой комплекс работ был выполнен на полигоне Тульской экспедиции по испытанию инструмента для ударно-захватного и вращательного бурения. По чертежам ТОЭИ была изготовлена установка ПУРШ Амурским заводом горного оборудования в г. Благовещенске. На этой установке и были проведены все исследования в производственных условиях.

Решение задач по разработке новых способов бурения требовало выполнения не только теоретических разработок, но и большого объема опытно-конструкторских и экспериментальных работ, в результате которых была показана принципиальная возможность бурения скважин большого диаметра (600 мм) в талых обводненных россыпных месторождениях. Производственный эксперимент показал техническую перспективность бурения скважин большого диаметра комбинированным способом с одновременным креплением стенок скважины ходовой колонной обсадных труб.

Большая часть экспериментальных работ была направлена на установление качественных показателей бурения скважин большого диаметра. При этом за базу сравнения были приняты результаты разведки россыпей шурфами, как наиболее достоверного и объективного способа разведки россыпей. На основании технического задания ЦНИГРИ Щигровским СКБ была разработана конструкторская документация и изготовлен опытный образец буровой установки УБСР-25, которая успешно прошла приемочные испытания, и с 1969 года начался их серийный выпуск. В 80-х годах было выпущено более 250 установок, которые

широко применялись как на геологоразведочных работах системы Мингео СССР, так и организаций цветной металлургии. Наибольший технический и экономический эффект был получен на месторождениях Урала и Амурской области. Здесь этот вид комбинированного бурения скважин большого диаметра, получил распространение в виде самостоятельного способа разведки помимо выполнения задач по заверке данных бурения скважинами до 219 мм.

Широкомасштабное внедрение установок УБСР-25 (около 250 штук) обеспечило получение достоверной геологической информации, что способствовало постановке на баланс Государственных запасов более 40 месторождений россыпного золота (В.П.Кренделев, Б.П.Макаров, В.И.Сладков, С.Н.Блинов).

С учетом отраслевой значимости положительных результатов научных исследований и главную роль ЦНИГРИ в отрасли, в структуре института в 1972 году создан отдел буровых работ, основными научными направлениями которого были определены разработка способов, технологий и создание принципиально новой техники для разведки золотоносных россыпей (зав.отделом В.П.Кренделев).

Основное внимание было сконцентрировано на ускорении разработки и изготовления макетов бурового инструмента для бурения в талых и многолетнемерзлых отложениях и усилении экспериментальных работ в производственных условиях.

Тогда уже был накоплен значительный опыт бурения скважин большого диаметра в талых отложениях, и основное внимание в этот период было сосредоточено на выполнении Постановления Правительства о создании буровой установки для бурения скважин большого диаметра для разведки многолетнемерзлых россыпей Северо-Востока страны.

На первом этапе были изучены геологические условия залегания россыпей и составлены основные требования к создаваемым техническим средствам (Б.П.Макаров, В.М.Минаков). При осуществлении поисковых предпроектных работ по выбору способов бурения скважин большого диаметра и конструкторского решения основного узла будущей техники эффективного породораз-

рушающего инструмента оказалось, что поставленная перед ЦНИГРИ задача является очень сложной в техническом отношении. На основании теоретических расчетов (В.М.Минаков, И.В.Морозов) из известных технических решений бурового инструмента, наиболее предпочтительной для дальнейших исследований была выбрана техника пневмоударного, ударного и шнекового бурения. После выполнения значительного объема конструкторских работ по созданию ряда макетных образцов создаваемого инструмента на основании результатов проверки их на искусственных забоях было установлено, что наиболее эффективными могут быть пневмоударное и шарошечное бурение с продувкой забоя скважины воздухом. Подрезка керна при этих видах бурения должна осуществляться специальным приспособлением, которое должно также обеспечивать подъем керна на поверхность без потерь.

Наиболее сложным оказалось конструктивное решение узла механизма подрезки керна диаметром 400 мм, так как прототипа этого элемента при бурении скважин большого диаметра известно не было.

В процессе экспериментальных работ по созданию нового типа бурового снаряда были созданы многочисленные экспериментальные образцы с принципиально новыми техническими решениями, защищенными впоследствии более чем 20 авторскими свидетельствами на изобретения и получением 3 патентов (В.М.Минаков, И.В.Морозов, С.А.Крыжановский).

Первый этап производственных экспериментальных работ был проведен в 1976—1978 гг. с установкой УБМ, созданной на основании технического задания ЦНИГРИ совместно с СКБ «Геомаш» г.Щигры. Испытанию подвергалось 5 типов экспериментального бурового инструмента на прииске Беличан.

В процессе испытания совершенствовался буровой снаряд (в основном механизм подрезки керна) и оценивались технико-технологические показатели работы установки и различных типов буров.

В результате наиболее перспективными для дальнейших работ были выбраны пневмоударный и шарошечный бур с продувкой забоя сжатым воздухом. Одновременно было установлено несовершенство конструктив-

ного исполнения буровой установки УБМ-20 и неполное ее соответствие технологическому процессу бурения.

Второй этап работ был начат с создания буровой установки УБМ-20А и изготовления опытных образцов породоразрушающего инструмента с новым механизмом подрезки керна. По ряду причин эти исследования продолжались длительный период, до 1983 года, в котором установка и комплект бурового инструмента были приняты для серийного производства (В.М.Минаков, И.В.Морозов, С.А.Крыжановский, В.П.Рыбин).

Дальнейшее широкое использование этих буровых установок на различных месторождениях россыпного золота проводилось сотрудниками бурового отдела в Куларской, Софийской ГРП, Алданском районе Якутии с отработкой технологии бурения для конкретных геолого-технических условий залегания россыпей. На одной из россыпей было установлено, что по глубине бурения буровая установка превышает показатели технической характеристики. Была пробурена скважина глубиной 38 метров, что почти в два раза выше паспортной. Это может в будущем позволить расширить область ее применения. В процессе этих работ одновременно готовился научный задел по совершенствованию комплекта бурового инструмента к установке УБМ-20А.

Этим циклом исследований было в основном завершено принципиальное решение проблемы бурения скважин большого диаметра на россыпных месторождениях, залегающих в многолетнемерзлых отложениях (В.М.Минаков, И.В.Морозов, С.А.Крыжановский).

На основании многолетних экспериментальных работ в полигонных и производственных условиях по разработке способа бурения скважин большого диаметра на россыпных месторождениях золота сотрудниками отдела были защищены кандидатские диссертации (В.М.Минаков, 1967 г., Б.П.Макаров, 1969 г., И.В.Морозов, 1982 г., А.О.Сироткин, 1989 г.).

За создание буровых установок и разработку технологии бурения скважин большого диаметра в талых и многолетнемерзлых россыпях сотрудникам института В.П.Кренделеву, Б.П.Макарову, В.М.Минакову, И.В.Морозову, В.А.Орьеву, В.П.Рыбину,



С.А.Крыжановскому была присуждена премия Совета Министров СССР (1989 год).

В конце 80-х годов основные исследования были направлены на разработку усовершенствованных конструкций бурового инструмента для бурения скважин в осложненных условиях, в плотиковых зонах, повышенной обводненности, а также дальнейшего повышения качества отбираемых проб. Был разработан типоряд инструмента для бурения скважин 219, 377 и 585 мм, который пройдя стадию необходимых экспериментальных работ был принят к серийному производству.

В эти же годы была создана новая специализированная установка для бурения скважин большого диаметра в талых и многолетнемерзлых отложениях на золотоносных россыпях УБСР-25-2М с комплектом нового бурового инструмента (Б.П.Макаров, В.А.Орьев, В.Н.Алексеев). Установка принята к серийному производству и при заказах производственных организаций она будет поставляться в необходимых количествах.

В каком же направлении пойдут дальнейшие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию более перспективной и совершенной буровой техники?

Одно из интересных многообещающих направлений при поисках и разведке россыпных месторождений является бурение скважин большого диаметра с обратной промывкой. Этот способ практически позволяет совмещать процесс бурения и опробования рыхлых отложений и проходку всей скважины до плотика без подъема инструмента. Основными задачами при решении этой проблемы являются: создание породоразрушающего наконечника, который позволял бы эффективно осуществлять проходку всех типов рыхлых отложений; разработка обогатительного комплекса, который позволял бы осуществлять оперативный поинтервальный отбор и обработку буровых проб в процессе проходки скважины. Работы в этом направлении в ЦНИГРИ уже начаты. В случае успешного решения этих задач производительность и качество буровых работ может резко возрасти.

Другим перспективным направлением работ является разработка технологии буре-

ния и конструкций расширителей, позволяющих в зоне золотоносного пласта отбирать пробу значительного объема, а в «пустых» породах — бурить скважины обычного диаметра. Несмотря на кажущуюся простоту, технологически осуществлять это трудно.

В середине 70-х годов в институте начались исследования термомеханического способа бурения скважин большого диаметра в многолетнемерзлых отложениях, не применявшегося ранее для разведки золотоносных россыпей. Техническое решение проблемы потребовало многолетних исследований как на стадии макетирования, так и испытания опытных образцов термомеханических буров. С учетом высоких технико-экономических показателей термомеханического бурения и возможность получения ненарушенного керна мерзлой породы, этот способ требует продолжения работ по использованию его в условиях большого количества крупногалечного и валунного материала. Данный способ бурения колонковых скважин большого диаметра может стать одним из эффективных способов бурения на золотоносных россыпях.

К перспективным направлениям сооружения колонковых скважин в многолетнемерзлых россыпях можно отнести создание инструмента, основанного на работе пневмоударников в сочетании с шарошечными долотами. Работы в этом направлении в ЦНИГРИ проводятся и уже есть первые обнадеживающие результаты. Механическая скорость бурения возрастает почти в полтора раза. Это будет способствовать значительному уменьшению стоимости метра скважины и, следовательно, затрат на проведение разведочных работ на россыпных месторождениях.

В последние годы многими организациями в самых разных отраслях промышленности предпринимаются попытки широкого внедрения скважинной гидродобычи. Этот метод позволяет совмещать процесс разведки и отработки месторождений полезных ископаемых, так как можно поднимать технологические пробы от сотен килограммов до несколько тысяч тонн, отказавшись от проходки дорогостоящих горных выработок и даже карьеров.

Способ скважинной гидродобычи — метод подземной добычи твердых полезных

ископаемых, основанный на проведении горных пород в подвижное состояние путем гидромеханического воздействия и доставки полученной гидросмеси на поверхность. Этот метод особенно эффективен для разработки рыхлых отложений, к которым можно отнести золотоносные россыпи и месторождения кор выветривания. Скважинная гидродобыча может выступать как в качестве средства разведки, так и разработки россыпей. Этот способ нашел широкое применение в строительстве, при сооружении подземных камер для хранения жидких и газообразных продуктов, для захоронения отходов и т.д.

Его использование весьма эффективно при отборе крупнообъемных проб из россыпных месторождений, залегающих в сложных горно-геологических условиях, так как позволяет резко повысить достоверность геологоразведочных работ. Освоение способа скважинной гидродобычи потребует нового подхода к поискам и разведке россыпных месторождений, оценке прогнозных ресур-

сов и общего минерального потенциала. Этот метод позволяет освоить не только близповерхностные месторождения, но и месторождения, залегающие на глубине 100—200 метров и более. Преимущества этого способа совершенно очевидны, в том числе экологические, однако до сих пор ни у геологоразведчиков, ни у добывающих предприятий отрасли нет опыта проведения подобных работ. Следовательно, необходима постановка комплексных научных исследований по разработке технических средств для его осуществления.

За прошедшее время был создан коллектив высококвалифицированных специалистов, обеспечивающих создание и широкомасштабное внедрение в 1970—80 годах новой специализированной техники и комбинированной технологии бурения скважин большого и рядового диаметра на талых и многолетнемерзлых россыпях, которые обеспечивали достоверные результаты буровой разведки.

© В. И. Натоцинский, 1995

## АНАБАРСКИЙ УЗЕЛ

### В. И. НАТОЦИНСКИЙ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

На северо-западе Якутии в районе р. Анабар в начале восьмидесятых годов был открыт новый район россыпных месторождений алмазов. Этот район неоднозначно оценивался как геологами, так и эксплуатационниками с точки зрения промышленного освоения, согласно существующим тогда инструкциям и методикам. Существенное значение имело то, что в плане россыпи представляли собой разорванные на участки месторождения. Запасы песков, хотя и залегали неглубоко (от 1 до 4 м), были расположены как в русле реки, так и на примыкающих к нему террасах. Наиболее «богатые» блоки по содержанию алмазов находились в руслевой части, а «бедные» — на террасах. По принятым ранее инструкциям ГКЗ СССР террасовые и

руслевые блоки оконтуривались отдельно, как расположенные на разных геоморфологических уровнях, а поэтому кондиционные лимиты рассчитывались также отдельно. Ввиду низких содержаний значительные запасы алмазоносных песков, расположенных на террасах, относились к забалансовым и, как правило, разведывались по низким категориям.

Количество таких запасов по алмазоносным пескам достигало 70 %, а по алмазам 40 %. При геолого-экономической оценке и разработке ТЭО кондиций для этого месторождения была принята основная концепция. Она заключалась в том, что если осваивать выявленные запасы, расположенные в неосвоенном районе, находящемся на значи-

тельном отдалении от горнодобывающих предприятий алмазной промышленности, то необходимо создавать новый промышленный регион с ограниченной инфраструктурой. При этом должны быть достигнуты полная окупаемость капитальных вложений и обеспечение наиболее эффективного извлечения разведанных запасов. При этих условиях необходимо было решить, каким образом и каким способом осуществить эту практическую идею.

В 1981 году ЦНИГРИ и институту «Якутнипроалмаз» поручили провести геолого-экономическую оценку и разработку ТЭО для подсчета запасов россыпного месторождения алмазов р.Эбелях (один из притоков р.Анабар). Основной упор в работе был сделан на выбор способа разработки запасов и переоконтуривание блоков русловой и террасовых частей с целью возможного их совместного освоения.

В работе по переоконтуриванию и вариантному подсчету запасов принял участие А.С.Щербаков. Было предложено два варианта разработки россыпи: дражным способом по аналогии с разработкой россыпи р.Иерелях (в районе г.Мирный) и открытым способом с промывкой песков на полустационарных установках и доводкой концентрата на Центральной обогатительной фабрике. Контурные подсчетных блоков объединили в блоки годовой производительности, что дало возможность усреднить запасы и в одиннадцать раз сократить количество подсчетных блоков. В подсчетный контур годовой производительности включались «богатые» по содержанию блоки русловой части россыпи и «бедные» блоки террас. В среднем содержание алмазов в большинстве подсчетных блоков превышало содержание террасовых блоков, а в целом количество возможных балансовых запасов алмазов превысило на 45 % первоначально подсчитанное в Амаканской экспедиции. Экономическую часть ТЭО мы выполняли в институте «Якутнипроалмаз» вместе с очень компетентным специалистом А.А.Боханом.

Материалы ТЭО с новым подсчетом запасов перед отправкой на утверждение в ГКЗ СССР, без предварительного рассмотрения на научно-техническом совете ЦНИГРИ, были отправлены на согласование в Амаканскую ГРЭ, в ПГО «Якутскгео-

логия» и в объединение «Якуталмаз». Каково же было наше удивление, когда мы получили ответ из Амаканской экспедиции, подписанный В.Ф.Кривоносом и Л.М.Зарецким. В этом документе в скрытой форме сотрудники отдела обвинялись в неумении подсчитывать запасы и в отсутствии знаний методических основ оконтуривания.

Этот документ явился причиной выяснения «правых» и «виноватых» специалистами отдела во главе с бывшим тогда начальником В.В.Стефановичем. Он собрал группу, в которую кроме меня и А.С.Щербакова были приглашены А.С.Бобин и Ю.И.Камышев. Разбирательство проходило в помещении фондов ЦНИГРИ, где находился экземпляр наших материалов. Наши объяснения не могли поколебать уже устоявшуюся методику подсчета запасов и особенно оконтуривания. Согласиться с оконтуриванием запасов по предложенному нами блоку годовой производительности в то время было не так просто. Но как говорится: «паровоз впереди, а последний вагон — уже за поворотом». Хотя В.В.Стефанович и поддержал мнение Ю.И.Камышева о том, что предложенный вариант противоречит проповедуемым ЦНИГРИ методическим догмам, вернуть отправленные материалы было уже невозможно. Оставалось ждать, как отнесутся к этой проблеме Минцветмет, ГКЗ СССР и другие ведомства.

Нас с А.С.Щербаковым пришлось срочно выезжать в командировку в г.Мирный и в п.Нюрбу, чтобы согласовать все «непонятные» положения. Общими усилиями с участием Е.Д.Черного удалось убедить представителей Амаканской экспедиции, которым, как выяснилось впоследствии (при защите запасов), пришлось провести значительную работу по пересчету и переоконтуриванию блоков. Они были убеждены, что Минцветмет и ГКЗ СССР не согласятся с таким методическим подходом. Спасти положение могли в данном случае положительные отзывы объединения «Якуталмаз» и института «Якутнипроалмаз». Надо отдать должное зам.директора В.А.Геделяеву и главному геологу А.И.Боткунову, которые были очень знающими учеными и практиками. Они сразу встали на нашу сторону в методическом подходе и послали в ГКЗ СССР положительный отзыв за подписью генерального дирек-

тора «Якуталмаз» В.В.Рудакова. Может быть, не последнюю роль играло то обстоятельство, что институт «Якутниипроалмаз», как соисполнитель ТЭО кондиций, входил в систему объединения «Якуталмаз». Для объединения важно было получить средства для строительства нового алмазодобывающего предприятия, входящего в систему ГО-Ка «Удачный». Новое предприятие позволяло расширить сырьевую базу за счет открывающихся перспектив при дальнейшей постановке разведочных работ на притоках р.Анабар и возможного открытия коренных источников алмазов.

От Минцветмета в ГКЗ СССР пришел отрицательный отзыв, в котором предлагалось не утверждать кондиции и пересчитать запасы согласно существующей методике. В отделе кондиций ГКЗ СССР (начальник отдела А.Е.Лисневский), где на рабочей комиссии рассматривались материалы ТЭО, кроме В.Б.Цуккера, главного геолога отдела, нас никто не поддержал. К сожалению, даже представитель Мингео СССР внес в эту проблему свою «лепту». Пришлось просить руководителей отрасли командировать на планерное заседание другого представителя. Сложилась трудная обстановка; узел затягивался, ибо решение, выработанное большинством членов рабочей комиссии, было отрицательным. Но мы не теряли надежды на здравый смысл специалистов, входящих в состав Пленума ГКЗ СССР, так как много положительных моментов в нашей методике привлекало внимание геологов-разведчиков и экономистов. Необходимо было искать в составе членов ГКЗ тех, кто мог бы нас поддержать.

Последовали беседы с Ю.Ю.Воробьевым, В.М.Борзуновым и И.А.Карпенко. Последний не был членом Пленума, но активно поддержал нашу идею на пленарном заседании, чем вызвал отрицательное отношение к нему со стороны руководства отдела кондиций. К заседанию Пленума готовились выступать как оппоненты, так и защитники. Заседание пленума проходило в неполном составе, отсутствовал председатель комиссии А.М.Быбочкин. Председательствовал на пленарном заседании Н.Т.Забродоцкий. Различие мнений по проблеме подсчета запасов по блокам годовой производительности разделило членов пленарного заседания.

Тогда мы высказали мысль, что специфика этого месторождения и ценность полезного компонента предполагают усреднение запасов и не позволяют оставлять блоки с низким содержанием за балансом. Эти блоки при старом подходе к проектированию способов разработки будут завалены отвалами, а при изменении экономической ситуации (как это показала практика) придется возвращаться к отработке брошенных блоков. Последнее повлечет значительно большие затраты. Было также высказано мнение, что предложенная методика более всего отражает научную ценность работы (В.М.Борзунов и др.). Наступил момент выбора для членов Пленума.

В итоге голосования пленарное заседание, незначительным большинством, согласившись с нашими предложениями, утвердило ТЭО кондиций. Для нас это был большой успех и, конечно, нокаутирующий удар по решению рабочей комиссии. Но рано было радоваться. Противники «не сложили оружия» и приложили все возможные силы, чтобы, спустя некоторое время, «дать бой» при защите запасов в ГКЗ. Главный удар их был направлен на то, что кондиции необходимо пересмотреть, так как запасы подсчитаны неправильно (завышены на 40 %), что по инструкциям Госгортехнадзора предполагает переутверждение ТЭО кондиций. К экспертизе подсчета запасов ГКЗ привлечено многих специалистов, в том числе и заведующего отделом методики ЦНИГРИ В.Н.Иванова, который дал отрицательное заключение. Руководство Мингео России сообщило свое неодобрительное отношение зам.директора А.И.Кривцову, попросив его разобраться со специалистами, втянутыми в эту проблему. Я очень уважал В.Н.Иванова и не знаю причин, толкнувших его на этот шаг; думаю, что на него кто-то давил, может быть, и из сотрудников ЦНИГРИ. Он считал, что это его личное мнение. Меня и В.Н.Иванова вызвал «на randevu» Анатолий Иванович. Вначале он спокойно справился о наших делах, а затем взялся «ставить на место». Владимиру Николаевичу резонно заметил, что поскольку он не согласен с работой, выполненной сотрудниками института, должен был отказаться от экспертизы: пусть судят другие. Отправив меня из кабинета, Анатолий Иванович продол-

жил разговор с Владимиром Николаевичем. На следующий день В.Н.Иванов внес соответствующие коррективы в экспертное заключение. Мингео Союза и России прислали положительные заключения, в которых рекомендовали утвердить запасы в авторском варианте, подсчитанные согласно утвержденным параметрам кондиций, применительно к блоку годовой производительности. Минцветмет и эксперты продолжали настаивать на своем. Руководить рабочей комиссией ГКЗ поручили И.А.Карпенко. Это давало нам шанс, так как он поддерживал нашу идею при защите кондиций. Однако он заставил геологов-подсчетчиков, приехавших из Амаканской экспедиции и дополнительно подключившихся геологов ЦНИГРИ (В.Е.Минорин и др.) выполнить вариант пересчета и переоконтуривания согласно рекомендациям Минцветмета и экспертов. Работа была изнурительная и долгая, к тому же создавала непредсказуемость решений рабочей комиссии. Но, как оказалось впоследствии, она была не напрасной. Дополнительные подсчеты по предлагаемым Минцветметом и экспертами вариантам доказали, какие потери понесет геологоразведка и в каком положении окажется горнодобывающее предприятие при освоении таких запасов. Станет вопрос — стоит ли вообще создавать его, в таком отдалении. Ситуация неопределенности решения, которое должен был принять Пленум ГКЗ СССР, заинтересовала многих руководителей, вплоть до зам.министра геологии РСФСР Ф.М.Морозова. На пленарное заседание собралось так много специалистов, что в большом и просторном кабинете не было свободного места. Представители геологической отрасли были заинтересованы в том, чтобы предлагаемый методический подход к оценке россыпных месторождений был узаконен, так как это обеспечивало значительное сокращение забалансовых запасов и позволяло во многих случаях по-новому подойти к геологоразведочному процессу. Представители добывающей отрасли (Минцветмет) были заинтересованы в обратном, так как для них создавался резерв разведанных ресурсов и запасов, который при постановке эксплуата-

ционной разведки обеспечивал ежегодный прирост запасов геологическому управлению министерства цветной металлургии. В то же время, как показал опыт эксплуатации некоторых месторождений на предприятиях Минцветмета, практиковалось усреднение запасов, что мы хотели использовать в доказательство своей правоты. Один из экспертов доказывал, что усреднение запасов в блоке годовой производительности не только позволяет увеличить продолжительность работы предприятия при освоении месторождения, но очень снижает объем годовой добычи алмазов и сокращает ежегодную прибыль. Другой эксперт обосновал свои доводы тем, что усреднение запасов в блоке годовой производительности увеличит себестоимость алмазов. С теоретической точки зрения все эти доводы были обоснованы. Однако на практике наше предложение позволяло наиболее полно использовать разведанные запасы при эксплуатации месторождений и создать долговременную перспективу на отработку месторождений в наиболее отдаленном северном регионе.

Бурному обмену мнений положил конец председатель ГКЗ СССР А.М.Быбочкин. Всем нашим оппонентам Алексей Миронович корректно объявил: «Как...? Вы еще до сих пор не пересмотрели свои позиции?» Стало ясно, что ГКЗ не пойдет на отмену своего ранее принятого решения по ТЭО кондиций и утвердит запасы.

Так был «развязан Анабарский узел», вследствие которого позволили в дальнейшем опубликовать соответствующие рекомендации, провести совещание геологороссыпников, а затем пересмотреть методику разведки россыпных месторождений золота, платины и алмазов, согласовав ее с ГКЗ СССР и ведущими специалистами Минцветмета.

На этой основе впоследствии были разработаны ТЭО кондиций для таких объектов, как Кожимская группа россыпей, уникальной россыпи платины Кондер, россыпи острова Большевик и других, в геолого-экономической оценке которых приняли непосредственное участие специалисты ЦНИГРИ.

## МАРИИНСКАЯ ТАЙГА

В. Н. НОВИКОВ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Работы ЦНИГРИ в Мариинской тайге проводились периодически, начиная с сороковых (А.Р.Бурачек, С.И.Мирчинк) до начала девяностых годов (А.В.Девяткин, М.Косолапова). Наиболее обстоятельными были работы в конце шестидесятых годов, осуществленные двумя группами, руководимыми Е.Я.Синюгиной (госбюджетная тема по изучению связи россыпей золота с коренными источниками, 1966—1967 гг.) и Б.В.Рыжовым (договор с трестом Запсибзолото). Целью более длительных (1966—1969 гг.) исследований группы Б.В.Рыжова являлась оценка перспектив месторождений золота различных генетических типов Мариинской тайги для обоснования направления дальнейших поисково-разведочных работ. Кроме Б.В.Рыжова, в них участвовали Л.Я.Лапина, А.А.Стороженко, А.Н.Герасов, И.А.Попова, Е.П.Разумов и С.В.Яблокова. Ниже речь пойдет именно об этих исследованиях, охвативших наиболее широкие площади и учитывающих результаты работ Е.Я.Синюгиной и других исследователей.

В ходе их проведения выявлена ведущая роль структурного фактора в локализации золотого оруденения. Коренные проявления и месторождения золота разделены на три группы, отличающиеся по их роли в питании россыпей. В порядке убывания их значимости это будут: 1) зона развития мало-сульфидных кварцевых жил и прожилкового окварцевания, 2) умеренно- и высокосульфидные кварцевые жилы и существенно сульфидные залежи, 3) золоторудные скарны и минерализованные листвениты. Установлено несколько протяженных зон развития коренной золотоносности. Эти же зоны контролируют размещение и россыпей золота, группирующихся в несколько поясов субмеридионального простирания.

Уточнена геологическая позиция (генезис, возраст, морфология) россыпей золота. Доказан ложковый генезис Кедровской россыпи, считавшейся остатком древнеаллювиальной. Выяснено отсутствие аллювиальных россыпей на водораздельных седловинах горной части

Мартайги, перспективы которых исследователями оценивались весьма высоко. Установлена зависимость продуктивности россыпей от комплекса факторов: типа коренных источников (см. выше), морфоструктурной (неотектонической) позиции территории (максимум в низкогорье — области умеренных поднятий), морфогенетических и возрастных особенностей россыпей (максимум — в аллювиальных верхнечетвертичных россыпях долин третьего порядка). Впервые в практике геологоразведочных работ на золото составлена карта зональности россыпей и показано, что их формогенетическая и возрастная зональность зависит не только от стадии развития эрозионной сети, как полагал Ю.А.Билибин, но также и от неотектоники и порядка долин.

При оценке перспектив месторождений золота нами был использован комплекс признаков: закономерности размещения проявления коренной золотоносности и их характер, как источник питания россыпей; история развития эрозионной сети; условия образования и сохранения (зональность) россыпей; продуктивность россыпей с учетом принадлежности к тому или иному поясу золотоносности и порядку долин; степени отработанности и опойскованности. Главным картографическим документом завершения работ стала Карта золотоносности Мариинской тайги с элементами прогноза м-ба 1:200000, в основу которой положены карты м-ба 1:100000 (схематическая геологическая, а также отработанности и разведанности) и Карта зональности россыпей м-ба 1:200000. Были составлены также геологические планы ряда коренных месторождений по отдельным горизонтам м-ба 1:1000—1:2000.

В итоге был сделан вывод о перспективности минерализованных зон прожилкового окварцевания, кварцевых метасоматитов и лиственитов, на которые прежде недостаточно обращали внимание. Даны рекомендации по направлению геологоразведочных работ в пределах известных рудных полей,

а также слабо изученных площадей. Сделана оценка промышленной значимости россыпей золота различных типов (к наиболее перспективным отнесены долинные аллювиальные россыпи) и произведен подсчет прогнозных запасов по ряду объектов.

По материалам этих исследований, кроме сданного в 1969 г. отчета в ВГФ, были сделаны доклады на заседании экспертного совета Мингео и МЦМ СССР, на всесоюзных совещаниях по геологии россыпей и неотектонике, опубликован ряд статей, одна из них (С.В.Яблоковой и Б.В.Рыжова) — в геологическом журнале США.

Тюменский Урал (бассейн р.Сев.Сосьва). Договорные работы в бассейне верховьев р.Сев.Сосьвы проводились в 1969—1971 гг. по просьбе Главного Тюменского ПГУ в связи с резко различными оценками россыпной золотоносности этой территории. Исполнители — сотрудники ЦНИГРИ Б.В.Рыжов (научный руководитель), Д.К.Зегебарт, Ю.С.Будилин, Л.А.Николаева, С.В.Пиотровский при участии Г.И.Севастьянова (трест Тюменьгеологоразведка) и Н.В.Рубиной (Тюменский индустриальный институт). Цель исследований — выяснение закономерностей строения локализации россыпей золота на примере обнаруженных здесь россыпей для их оценки и обоснования направления дальнейших поисково-разведочных работ.

При изучении эндогенной металлогении, в процессе которого была составлена Карта золотоносности на тектоно-магматической основе м-ба 1:100000, установлено, что коренная золотоносность характеризуется небольшими по масштабу проявлениями, которые играют резко подчиненную роль в питании развитых здесь россыпей золота.

Всестороннее изучение кайнозойских отложений с применением минералогического, палинологического, диатомового и других видов анализа дало возможность внести существенные коррективы в представления об их строении. В составе повсеместно распространенных валунодержущих суглинков, наряду с обломками и мелкими частицами местных пород и четвертичным комплексом пыльцы и диатомей, установлено присутствие элементов (обломков пород, органических остатков) мезозойских и палеогеновых пород Западно-Сибирской низмен-

ности, перемещенных на десятки километров на запад и юг и на сотни метров вверх от места их исходного залегания. Вкупе с другими выявленными особенностями этих суглинков, о генезисе и возрасте которых существовали самые разные представления, удалось доказать их ледниковую природу и четвертичный возраст. Это содействовало уточнению взглядов о геологической позиции и истории формирования россыпей.

Составлены Карта россыпной золотоносности на геолого-геоморфологической основе м-ба 1:100000, План Маньинской россыпи и комплексные профили россыпей.

Комплексные исследования в бассейне р.Сев.Сосьвы и анализ материалов за его пределами позволили выделить и оконтурить данную территорию в качестве самостоятельной своеобразной золотоносной области. Специфика этой области, названной нами Северо-Сосьвинской, заключается, во-первых, в том, что развитые здесь аллювиальные россыпи являются вторичными, возникшими в основном за счет промежуточных коллекторов — четвертичных отложений, связанных с ледниковыми и межледниковыми эпохами, и, во-вторых, в своеобразии золота.

Широкое распространение ледниковых и межледниковых отложений с рассеянной золотоносностью в пределах холмистой равнины восточного склона Урала обуславливает почти повсеместную золотоносность современных долин, в которых относительно более высокое содержание золота, присущее самому молодому голоценовому аллювию. Продуктивность его падает при врезании в коренные породы и возрастает на участках перебива золотоносного погребенного аллювия (средний? плейстоцен) и аллювиальных отложений. Однако даже и здесь продуктивность голоценовых россыпей оказывается низкой. Для рассматриваемых россыпей характерны растянутость продуктивного пласта на всю мощность руслового аллювия и низкое содержание золота. В подавляющей массе (85—99 %) оно представлено мелкими (средняя крупность 0,44 мм) хорошо окатанными уплощенными, чаще чешуйчатыми и лепешковидными частицами, по периметру нередко окаймленными валиком (тороидальное золото); отдельные золотины состоят только из внешнего обода

та в кайнозойских впадинах Северо-Востока СССР, 1989 г.).

Прибрежно-морская зона. Работы этого плана начаты ЦНИГРИ на Дальнем Востоке. К ним относятся обобщающие работы Г.П.Воларовича (1960—1969 гг.) по типам месторождений золота и их размещению и исследования Ю.Ф.Эпштейна и С.С.Николаева по Южно-Приморскому золотоносному району (1966 г.). В последней работе освещена эндогенная и россыпная золотоносность территории исследований — уточнена геолого-геоморфологическая позиция месторождений разного генезиса, в том числе аллювиальных и морских россыпей, описаны условия их формирования, даны практические рекомендации.

Более длительные (1972—1976 гг., 1982—1986 гг.) разномасштабные и охватывающие разнородные районы (Чукотка, о-в Врангеля, Южное Приморье) комплексные геолого-геоморфологические и геофизические исследования проводились под руководством Ю.П.Казакевич, а позже Б.В.Рыжова коллективом сотрудников ЦНИГРИ численностью до 16 человек. Основными исполнителями были Б.В.Рыжов, П.В.Ларин и В.А.Попов. Целью работ было выяснение условий формирования, локализации и сохранения россыпей золота прибрежно-морской зоны. Основное внимание было уделено Рывеевскому золотоносному узлу, благоприятному для изучения россыпей вследствие разнообразия геологических условий их залегания и широкого фронта эксплуатационных и разведочных работ. Особенно ценным было то, что шахтный способ отработки в сочетании со скованностью пород мерзлотой позволял производить детальное изучение состава, текстуры и соотношения кайнозойских отложений и связанного с ними продуктивного пласта, а редкое богатство последнего давало уникальную возможность видеть золото в натуре и делать зарисовки его распределения. Здесь была возможность составления не имевших прецедента детальных (м-ба 1:1000) карт литолого-фациальных разновидностей кайнозойских отложений, сочетающих в себе также данные о рельефе плотика и вертикальных запасов.

В итоге комплексных исследований, сопровождающихся применением различных

альных по золоту, палинологического, фаунистического, термолуминесцентного, технологического) был сделан ряд выводов и рекомендаций.

Установлены существенные различия в обстановках россыпей образования в пределах прибрежно-морской зоны (ПМЗ) Чукотки и Южного Приморья. Для первой характерны широкое развитие палеошельфа — прибрежных аккумулятивных равнин, примыкающих к обширному шельфу и сложенных разными по возрасту (от олигоцена до голоцена), генезису (аллювиальными, склоновыми, пролювиальными, морскими и т.д.) и составу отложениями, с которыми связаны погребенные олигоцен-плейстоценовые аллювиальные и морские россыпи; для Южного Приморья, отличающегося большой неотектонической активностью, характерны горный облик прибрежной суши, временами подвергавшейся ингрессии и примыкающей узкой полосе шельфа, молодой возраст (плейстоцен-голоцен) аллювиальных и морских отложений и россыпей, существование затопленных аллювиальных россыпей, продолжающееся формирование россыпей.

По Чукотке уточнена геологическая позиция коренных проявлений золота, отмечена определяющая роль дизъюнктивных дислокаций (особенно субмеридиональных) и литологии пород (особенно пачек переслаивания углистых сланцев, алевролитов и песчаников) в размещении продуктивной на золото минерализации, выделены минерализованные зоны и участки перспективные на россыпи золота площади.

Внесены уточнения и дополнения в представления о строении сложных по условиям и истории формирования кайнозойских отложений и россыпей. Так, выяснилась одновозрастность части отложений погребенных террас «Основной» россыпи с отложениями рыпильхинской свиты; обнаружилось более сложное строение морских отложений и россыпей, нежели это рисовалось ранее; впервые отмечено наличие в аллювиальных галечниках Прибрежного участка псевдоморфоз ледяных клиньев; выделена Приморская ложбина, как благоприятная форма для россыпеобразования; установлен преимущественно остаточный характер россыпей.



другие признаки различия погребенных морских и аллювиальных отложений и россыпей. Учет их позволил разрешить спорный вопрос о генезисе россыпей Прибрежного участка, которые одни исследователи считали морскими, а другие — аллювиальными.

Всесторонне изучено золото; по его типоморфным особенностям установлено, что участки концентрации россыпного золота имеют обособленные источники питания, которые укладываются в две пересекающиеся зоны. На основе этого высказано предположение о существовании россыпей на северо-восточном продолжении такой зоны, что было подтверждено открытием россыпи Восточной-2. Позже, в рамках исследований по кайнозойским впадинам (И.Б.Флеров, С.А.Лаухин, А.В.Стефанский и др.), по россыпям Рывеема и Чааная Б.В.Рыжов и Г.В.Теплениной проведено технологическое изучение продуктивных пластов. Оно дало возможность судить о вероятном положении источников питания россыпей, установить содержание технологических видов золота в аллювиальных и морских россыпях и в частности — низкое содержание тонкого золота, на промышленную значимость которого рассматривали некоторые исследователи.

Предложена эффективная методика комплексирования геофизических исследований при выявлении наиболее важных структурных элементов геологического строения и картирования рельефа поверхности скального фундамента в сложных мерзлотно-геологических условиях приморских аккумулятивных равнин. Впервые здесь применены методы естественного электрического поля и СДВР.

В совокупности с другими методами геофизики и геолого-геоморфологическими исследованиями это было положено в основу составления комплекса разных по содержания и масштабу (1:100000—1:1000) карт: металлогенического районирования, геолого-структурной схемы фундамента, специализированной карты с элементами палеогеографии и россыпной золотоносности, схематической карты базального горизонта кайнозойских отложений, карты размещения золота с различными минералогическими особенностями Рывеемского золотоносного узла, крупномасштабных карт шахтных полей (геологической

— плотика, литолого-фациальной — продуктивного горизонта с данными по рельефу плотика и вертикальным запасам). По Южному Приморью составлены схемы расположения россыпей золота с контурами затопленных долин, планы россыпей золота в бухте Тинкан и вертикальных запасов по морской россыпи.

По комплексному металлогеническому анализу определены перспективные на поиски золота площади, в том числе шельф пролива Лонга в полосе, соединяющей Рывеем с западной частью о-ва Врангеля и сам остров; рекомендовано составление разных по содержанию крупномасштабных карт шахтных полей; разработаны признаки различия морских и аллювиальных россыпей.

Исследованиями ЦНИГРИ сопровождались консультациями и лекциями по россыпям золота, ежегодными сообщениями о результатах полевых работ в Шмидтовской ГРЖ и предоставлением предварительных материалов, часть которых была включена в отчет СВТГУ по подсчету запасов по Рывеему, принятому в ГКЗ. Результаты исследований нашли отражение в сборниках IV, V и VI Всесоюзных совещаний по геологии россыпей, в Трудах ЦНИГРИ, научных конференциях, Билибинских чтениях. Они были использованы также при составлении методических рекомендаций по прогнозированию и поискам россыпей золота.

Составление методического руководства по поискам россыпных месторождений. Данная госбюджетная тема была поставлена в связи с современным состоянием вопроса по методике поисков мезозойско-кайнозойских россыпных месторождений (редкость опубликованных работ, неполнота освещения всего набора поисковых методов) и все возрастающими трудностями выявления сохранившихся нетронутыми сложных по строению и условиям залегания россыпей. В исследованиях 1980—1983 гг. участвовал большой коллектив работников (23 человека), включающий четырех специалистов МГУ, ИМГРЭ и ПГО «Океангеология». Ответственными исполнителями являлись И.Б.Флеров, осуществлявший также научное руководство, Е.Я.Синюгина и Б.В.Рыжов.

Работа учитывала большой опыт исследований ЦНИГРИ и других геологических учреждений. Она состоит из двух разделов

— Геологические основы поисков и Методы поисков, включая их комплексирование.

Первый раздел содержит данные о свойствах и строении объекта поисков, отвечающие на вопрос «что искать?», и сведения о геолого-геоморфологических обстановках его размещения, отвечающие на вопрос «где искать?». С учетом того, что вся территория страны (СССР) покрыта съемками м-ба 1:200000, в основу работы положено представление о типоморфизме золотороссыпных районов, что позволяет даже при отсутствии прямых признаков золотоносности предполагать наличие россыпей по характерной геолого-геоморфологической обстановке. В качестве исходной поисковой площади принят золотороссыпной район (узел), продуктивность которого определяется россыпеобразующими свойствами золоторудной формации (наиболее благоприятна золото-кварцевая формация). Приводится характеристика самородного золота коренных источников различных формаций и его изменения в зоне гипергенеза. Показана важность промежуточных коллекторов в питании россыпей. Выделен ряд типов морфоструктур, каждому из которых соответствует определенный комплекс россыпей, что позволяет предсказывать геоморфологические условия залегания возможных россыпей, исходя из морфоструктурной (геоморфологической) ситуации. Рассмотрены строение, условия залегания, вещественный состав, распределение золота и другие особенности россыпей всех генетических типов — от элювиальных до морских и техногенных. Основное внимание уделено аллювиальным россыпям, имеющим наибольшее промышленное значение. Показаны существенные различия между россыпями разного возраста. Рассмотрены россыпи мелкого (мельче 0,25 мм) золота, которые в качестве объекта поисков предлагаются впервые. Отмечены специфика их строения, состава, распространения, а также сложность поисков из-за трудностей определения содержания золота, плохо улавливаемого традиционными способами обогащения, необходимость при поисково-оценочных работах крупнообъемного технологического опробования с выделением свободного шлихового, свободного тонкого и связанного золота. В более поздней (1991 г.), руководимой И.Б.Флеровым

работе (исполнители В.Н.Клепиков, С.Г.Федоров и Б.В.Рыжов), продолжающей методическую тематику, рассмотрены противоположные им по крупности золота «самородковые» россыпи крупных долин как перспективный слабо изученный тип россыпей, требующий при выявлении большеобъемных горных работ. Методы поисков россыпей золота в таком полном наборе, как это сделано в рассматриваемом исследовании, излагаются впервые.

Большое внимание уделено специализированному геолого-геоморфологическому картированию, которое наряду со стандартными требованиями, предъявляемыми к геологической съемке, включает изучение структур, контролирующих размещение коренных источников и промежуточных коллекторов. Оно проводится в горах и на денудационных равнинах. Для выделения перспективных участков в пределах мезозойско-кайнозойских впадин осуществляется глубинное геологическое картирование, обязательными элементами которого является комплекс геофизических методов и бурение опорных скважин. Рассмотрены реальные возможности тех или иных геофизических методов в выявлении участков развития коренных источников питания и благоприятных для россыпеобразования форм погребенного рельефа. Показана важность стратиграфических и литолого-фациальных исследований при поисках россыпей, особенно погребенных. Широко известный шлиховой метод (и изучения рудных обломков) дополнен приемами интерпретации особенностей геохимии шлиха и рыхлых отложений, по которым можно предполагать существование россыпи даже при отсутствии золота в шлихе. Рассмотрен вопрос о распределении золота в россыпях — методах его изучения, основных типах графических документов (карта золотоносности, комплексные продольные и поперечные профили россыпей, планы вертикальных запасов). Показано, что содержание, назначение и необходимость их различны в зависимости от степени изученности, освоенности, геоморфологической обстановки и стадии поисков. Рассмотрены методы изучения золота, по особенностям которого возможно установление типа источника питания, реконструкция истории и условий формирования россыпей, что позволяет осмысленно

предпринимать поиски россыпей определенного возраста и их источники питания.

Всесторонне рассмотрены горно-буровые работы: технические средства, выбор места заложения и плотность поисковых линий, принципы выбора рационального вида геологоразведочных выработок.

Для разных геоморфологических обстановок (горы, денудационные равнины, впадины, шельф) определен рациональный комплекс поисковых методов для каждой стадии поисков — общих, детальных, а также поисково-оценочных работ.

Составленное впервые в таком полном виде данное руководство позволит существенно повысить эффективность геологоразведочных работ.

Рассмотренная работа послужила основой или была использована при составлении ряда методических рекомендаций, монографий (Прогнозно-поисковый комплекс, вып. XI по россыпям, 1985; Методика разведки россыпей золота и платиноидов, 1992; Методические рекомендации по прогнозированию и поискам россыпей золота в кайнозойских впадинах, 1989 и т.д.).

**Прогнозно-поисковый комплекс.** Прогнозно-поисковый комплекс (ППК) представляет собой эффективную форму организации и комплексирования геологоразведочных работ (ГРР). В нем заложен принцип соответствия между стадией ГРР и объектом прогноза-поиска, объектом и определяющими его признаками и действенными методами его выявления. Нормальная последовательность ГРР от оконтуривания крупных перспективных площадей к локальным участкам, а затем к месторождениям обосновывает соответствующую оценку прогнозных ресурсов по категориям  $P_3$ ,  $P_2$  и  $P_1$ .

Составленный И.Б.Флеровым, О.С.Набровенковым и Б.В.Рыжовым в 1985 г. вып. XI ППК «Комплексирование работ по прогнозу и поискам россыпных месторождений» охватывает все основные геолого-промышленные типы россыпей золота, известные в самых различных геологических условиях на территории СССР и за рубежом. Для золотоносных площадей дана общая характеристика геологических обстановок локализации коренных источников питания и россыпей золота, дана характеристика последних, проведена типизация морфоструктур по режиму развития и рассмот-

рены прогнозно-поисковые критерии и прямые признаки золотоносности. Приведены методы прогноза и поисков, более подробно описанные с рассмотренном ранее методическом руководстве (1983); подчеркнута роль специализированного картирования, в том числе глубинного геологического, ведущего при поисках во впадинах. Предложена схема комплексирования и последовательности ГРР по прогнозу и поискам россыпей, находящихся в разных геолого-геоморфологических обстановках. Для стадии поисково-оценочных работ предложена методология выбора эффективного способа опробования. Рассмотрено значение экспертных и геолого-экономических оценок россыпных месторождений.

Составленный ППК применим для самых разных геолого-геоморфологических условий, однако вследствие высокой степени обобщения он не может учитывать многие важные детали и особенности конкретных регионов или специфических типов объектов. Этот недостаток отчасти компенсировался выпуском ряда работ методического плана. Среди них: Методические рекомендации по поискам россыпей золота, связанных с карстом (составители И.Б.Флеров, Н.М.Риндзюнская, Р.О.Берзон, 1988), Геолого-геоморфологические основы поисков и прогнозирования россыпей на Урале (составители Л.В.Акимов, О.С.Набровенков, Н.М.Риндзюнская и др., 1988), Методические рекомендации по прогнозированию и поискам россыпей золота в кайнозойских впадинах Северо-Востока СССР (составители И.Б.Флеров, С.А.Лаухин, А.Ф.Стефанский и др., 1989), Некоторые особенности прогнозно-поискового комплекса на золото-россыпные объекты в кайнозойских впадинах Северной Чукотки (составители С.А.Лаухин, С.В.Величко, А.Ф.Стефанский, 1990).

Сотрудники отдела по геологии россыпей золота Б.В.Рыжов и И.Б.Флеров были соавторами не имевшего аналога в научной литературе Словаря по геологии россыпей (1985). Словарь включает около 1000 терминов, понятий и определений по основным разделам геологии россыпей: строение и типы россыпей, источники их питания, условия формирования и закономерности размещения россыпных месторождений, вещественный состав продуктивных отложений,

геологические критерии прогнозирования, поисков и оценки россыпей, методика их поисков, разведки и геолого-экономической оценки, комплексное изучение и использование россыпей и др. Словарь весьма высоко оценен специалистами-геологами и стал библиографической редкостью.

Ряд сотрудников россыпного отдела принимали активное участие в организации и проведении Всесоюзных совещаний по геологии россыпей, редактировании их сборников, начиная с VI (Киев, 1973) по IX (Бишкек, 1991), являясь членами Секции россыпей Научного совета по рудообразованию АН СССР. Заместителем председателя Секции последние примерно 15 лет был И.Б.Флеров, а Ученым секретарем ее с 1968 г. до 1994 г. являлся Б.В.Рыжов.

Наш отдел был инициатором и организатором Билибинских чтений, на которые съезжались геологи-россыпники со всей страны. Основную роль в этом сыграли И.Б.Флеров, Е.Я.Синюгина и Б.В.Рыжов, а позже — С.С.Кальниченко.

Ленский и Баргузинский золотоносные районы. Развитие таких богатейших и интереснейших золотоносных районов как Ленский и Баргузинский, конечно же, не могло обойтись без геологов ЦНИГРИ. Опытные кадры наших геологов были брошены на эту линию золотого фронта в 50-е годы. Стране требовалось золото, много золота. Строились заводы, осваивались целинные земли, началось освоение богатств Западной Сибири, КМА и т.п. Необходимо было создать крепкую геологическую основу, позволяющую дать научнообоснованную оценку перспектив дальнейшего освоения этих районов.

Известно, какое существует разнообразие геолого-геоморфологических обстановок нахождения россыпей. Надо было понять, почему золота много в центральной части Ленского района в бассейне р.Бодайбо, а по периферии района к платформе интенсивность золотоносности падает: где надо искать россыпи сегодня, какие это будут россыпи. Вот тогда-то и началось обобщение ранее полученных данных по разведке и эксплуатации россыпей, а также интенсивное изучение закономерностей локализации их коренных источников питания. Возглавил эту работу заместитель директора по

науке С.А.Кашин (1908—1980). Начались интенсивные региональные и локальные исследования. К изучению Бодайбинского района приступили С.С.Лапин (1908—1970), Е.Я.Синюгина, С.Г.Мирчинк (1913—1962), Л.Я.Лапина, А.А.Макарова, Л.А.Николаева, Ю.П.Казакевич и др.

В это время группа геологов под руководством С.С.Лапина внедряет в практику геологоразведочных работ методику составления карт погребенного рельефа, учитывая то, что значительные перспективы расширения сырьевой базы на тот период связывались именно с погребенными россыпями рек Б.Патом, Вачи, Эргажимо, Чанягро и др.

Прогнозной оценкой района также занимались А.Р.Бурачек, Т.М.Дембо, Д.К.Зегебарт, С.Г.Мирчинк, Е.Я.Синюгина.

С 1958 г. под руководством выдающихся геологов института докторов наук Ю.П.Казакевич и С.Д.Шера проводятся геолого-съёмочные работы на всей территории центральной части Ленского золотоносного района с составлением Государственной геологической карты масштаба 1:200000 и карты золотоносности масштаба 1:100000. Эти годы были годами наибольшей активности научно-практической деятельности ЦНИГРИ на Лене. Ленская экспедиция ЦНИГРИ стала одной из самых крупных структурных единиц. Здесь работал большой коллектив геологов, геоморфологов, минералогов и геофизиков. Именно в это время произошло вливание свежих сил и фактически сформировался коллектив будущего отдела геологии россыпей благородных металлов.

Изучением россыпных районов, кроме корифеев ЦНИГРИ, стали заниматься И.Б.Аминев, Н.А.Вашко, С.С.Кальниченко, О.С.Набровенков, Н.М.Риндзюнская, А.А.Сапрыкин, А.А.Стороженко, Т.П.Жаднова, М.В.Ревердатто, И.Л.Шофман и другие. Ими пройдено по долинам и хребтам Ближней и Дальней Тайги тысячи километров. От устья до верховий исползаны долины рек Бодайбо, Догадына, Анангры, Б.Патома, Хомолхо, Жуи, Вачи, Баллаганаха, Таимендры, Хаиверги, Энгажимо, Кадаликана и многих других по правобережью р.Витим. На левобережье р.Витим — это долины рек Мамы, Чуи,

Катеры, Холодной, В.Ангары, Муи, Бамбуйки, Тельмамы, Мамакана и другие.

Результатом многолетних исследований стала монография «Ленский золотоносный район», многочисленные научные публикации, авторитет института в районе был очень высок.

В Баргузинском районе после работ 50-х годов С.Г.Мирчинк, С.Д.Шера, А.И.Григорьевой, Г.Д.Карамышевой, М.С.Комаровой, А.К.Лабзова, Д.К.Зегебарта, которые закончились изданием монографии «Баргузинский золотоносный район», поисково-оценочные работы продолжали Ю.П.Казакевич, М.С.Комарова, Н.А.Вашко, Н.М.Риндзюнская, О.С.Набровенков, С.С.Кальниченко. Интересные методические и поисковые работы проводили геофизики института под руководством П.В.Ларина.

За открытие россыпи «Куликово поле» звание первооткрывателя получила С.Г.Мирчинк.

В результате проделанной работы фактически для всех золотороссыпных регионов Центрального и Северного Прибайкалья дана перспективная оценка и определено направление геологоразведочных работ на россыпное золото.

Наша работа проходила в красивейших районах Забайкалья. На оленях, лошадях, лодках, вездеходах и пешком нами пройдены многие сотни километров еще до того как построили БАМ. Мы любовались потрясающими сибирскими далями с Муйских хребтов Великого Байкальского рифта, нас навсегда заворожил могучий Байкал. Работая в этих прекраснейших местах, мы никогда не забывали главную цель нашего нахождения в этих районах — выявление перспективных площадей для поисков золотых рос-

сыпей. Основной метод исследований заключался в глубоком анализе закономерностей размещения коренных источников питания россыпей, неотектоники и геоморфологии районов, детальном изучении геологии кайнозойских отложений.

Да, 50—70-е годы были самыми продуктивными в изучении сотрудниками ЦНИГРИ россыпной золотоносности Ленского и Баргузинского районов. Именно в эти годы усилиями Ю.П.Казакевич, С.Г.Мирчинк была создана школа геологов-россыпников ЦНИГРИ. Их ученики защитили семь кандидатских диссертаций и сегодня именно они руководят коллективом отдела россыпей благородных металлов — С.С.Кальниченко, О.С.Набровенков, Н.М.Риндзюнская.

За эти годы между ЦНИГРИ и региональными службами Иркутской области и Бурятии, региональными НИИ установилось крепкое творческое сотрудничество. Все перспективные практические программы, новости геологической науки постоянно обсуждались совместно. Это был период настоящего делового сотрудничества производителей и ученых. Мы неоднократно проводили совещания, научные конференции в Москве, Иркутске, Улан-Удэ, Бодайбо, Багдарине, Нижнеангарске. Это способствовало тем успехам, которые всегда были в объединениях «Иркутскгеология» и «Бурятгеология» при выполнении планов прироста запасов.

К сожалению, сегодня эти связи ослабевают с каждым днем. Сложности современной экономической ситуации серьезно подрывают основы геологической науки, которая могла развиваться только при активной работе геологов в полевых условиях. Нет фактов — нет науки.

© И. П. Пугачева, 1995

## ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ РУДНОГО АЛТАЯ

И. П. ПУГАЧЕВА (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Рудный Алтай как богатая горнодобывающая провинция известен с далеких времен. Здесь еще остались следы древних выработок чудских племен, относящихся к I—II векам до н.э. Это относительно небольшая территория (длиной около 400 и шириной 50—70 км), вытянутая вдоль правобережья р.Иртыш в северо-западном направлении, охватывает юго-восточную часть Алтайского края и Восточного Казахстана. Располагаясь в зоне перехода от высоких хребтов и тайги Горного Алтая к степям Казахстана, она отличается богатством и разнообразием природных ландшафтов. А о богатстве недр свидетельствует и само название. По концентрации оруденения на единицу площади Рудный Алтай является одной из самых уникальных рудных провинций мира.

История геологического исследования этой провинции началась еще в XVIII веке. В середине XVIII и начале XIX столетия были открыты десятки крупных месторождений (Змеиногорское, Лениногорское, Зырянское и др.). Это одна из немногих рудных провинций, где нелегкий труд геологов неоднократно приводил к открытию новых месторождений, благодаря чему, несмотря на многолетнюю эксплуатацию недр, Рудный Алтай до сих пор является основным поставщиком свинца и цинка в СНГ. Немалую роль в этом сыграли и исследования геологов ЦНИГРИ, которые начались в середине 60-х годов и широко развернулись в 70—80 годы. Следует отметить, что к середине нашего века все полиметаллические месторождения Рудного Алтая, обнажающиеся на земной поверхности, были выявлены. Перед геологами встала значительно более сложная задача — поиски скрытых месторождений, расположенных на несколько десятков и сотен метров глубже земной поверхности.

К 70-ым годам второй половины XX века запасы наиболее крупных месторождений (Зырянского, Лениногорского, Тишинско-

го, Березовского, Белоусовского) стали истощаться вследствие интенсивной эксплуатации. В ряде районов в течение 20—25 лет при непрерывном проведении геологоразведочных работ практически прекратилось открытие новых промышленных месторождений, и некоторые специалисты склонны были считать, что возможность выявления в этих районах новых месторождений практически исчерпана.

Обеспеченность рудой таких крупнейших комбинатов, как Лениногорский и Зырянский, составила к этому времени всего 8—10 лет, что поставило под угрозу занятость населения одноименных городов со многими десятками тысяч жителей.

В связи с таким положением по инициативе Министерства геологии СССР в 1971 году на Рудном Алтае начали проводиться комплексные прогнозные работы м-ба 1:50000 и 1:10000 в основных рудных районах и рудных полях с глубиной прогнозирования 0,5—1 км, которые продолжались до 1975—1976 гг.

Работы проводились под общим руководством ЦНИГРИ. В ней, кроме сотрудников ЦНИГРИ, принимали активное участие геологи Востказгеологии, Запсибгеологии, МГУ, ИМГРЭ, Алтайского отдела АН КазССР, КазИМСа и Центрального геофизического треста. Возглавлял все эти работы заведующий отделом свинца и цинка, профессор, доктор геолого-минералогических наук Д.И.Горжевский. Способствовал организации этих работ и бывший директор ЦНИГРИ П.Ф.Иванкин, многие годы посвятивший изучению Рудного Алтая.

Нужно отметить, что коллективы геологов, привлеченные к этой работе, придерживались разных концепций происхождения месторождений и, следовательно, по-разному подходили к методике исследований и составления прогнозных карт, а иногда по-разному трактовали одни и те же геологические факты. И только благодаря четко раз-

работанной программе, энергии Д.И.Горжевского, его большим организаторским способностям, удалось сплотить разнородный коллектив для выполнения работ и в конечном итоге успешно завершить их.

Особенностью этих исследований было то, что они осуществлялись по общей программе. При этом каждая организация имела свою частную программу, тесно увязанную с общей. Два раза в год происходили совещания участников работ с обсуждением методов и результатов исследований, содержания прогнозных карт, условных обозначений к ним и т.д. Кроме того, проводились совместные маршруты, где в спорах интерпретировались те или иные геологические наблюдения и принимались компромиссные решения. При такой организации сохранялась тесная связь между сотрудниками научно-исследовательских и производственных организаций с одной стороны и между геологами, геофизиками и геохимиками, участвующими в составлении прогнозных карт с другой. Прогноз скрытых месторождений осуществлялся комплексно на основе составления палеоформационных и палеофациальных карт палеозойских осадочных и вулканогенных отложений; при этом впервые для Рудного Алтая был использован палеовулканический анализ с элементами палеовулканических реконструкций. Широко были привлечены геохимические и геофизические данные с составлением специализированных карт. В 1973 г. были составлены прогнозныe карты Зырянского, Лениногорского и Змеиногорского, Золотушинского рудных районов. В 1974—1976 гг. начала осуществляться проверка прогнозных рекомендаций и поиски глубокозалегающих месторождений с помощью буровых работ. Вместе с этим продолжалось составление прогнозных карт в Прииртышском, Рубцовском рудных районах и юго-восточной части Змеиногорского района. Важно отметить, что проведение буровых работ (параметры поисковых сетей, количество буровых скважин, места их заложения и т.д.) осуществлялось под наблюдением авторов прогнозных рекомендаций, что обуславливало преемственность исследований.

Сотрудники ЦНИГРИ в процессе этой работы были составлены комплекты прогнозных карт масштаба 1:50000 для Змеи-

ногорского и Золотушинского районов, масштаба 1:250000 для Зырянского района, масштаба 1:10000 для Корбалихинского рудного поля. В этих исследованиях принимала участие большая часть сотрудников отдела свинца и цинка, каждый из которых, участвуя в общей работе, разрабатывал свое направление: Е.И.Филатов и А.Ф.Фоминых (металлогения), Г.Г.Королев (геолого-структурный анализ), Н.Н.Биндеман (геолого-структурный и литолого-стратиграфический анализы), И.В.Крейтер, Н.Г.Кудрявцева, В.Б.Чекваидзе (изучение и систематика околорудноизмененных пород), И.З.Исакович (рудно-минералогический анализ), И.Н.Егоров (магматические критерии поиска), Т.Г.Колдаева, И.П.Пугачева (магматический, палеовулканический анализы); А.А.Солодов, Е.С.Егоров (геофизические критерии), Д.Г.Ажгирей (геолого-структурный анализ).

Эти работы имели большую практическую ценность. В результате проверки рекомендаций были открыты новые крупные месторождения: Новолениногорское и Чекмарь в Лениногорском районе, Новомалеевское и Майское в Зырянском, Юбилейное в Золотушинском, Артемьевское в Прииртышском, Рубцовское и Захаровское — в Рубцовском; Существенно увеличены запасы Корбалихинского, Зырянского, Греховского, Богатыревского месторождений.

За открытие и разведку Новомалеевского и Новолениногорского месторождений, обеспечивших на многие годы в XXI веке перспективу деятельности крупнейших свинцово-цинковых комбинатов, ряду участников, в том числе и руководителю этих прогнозных работ, сотруднику ЦНИГРИ Давиду Иосифовичу Горжевскому в 1988 году была присуждена Государственная премия СССР.

Эти работы имели и большое научное значение. Благодаря им существенно продвинулись представления о систематике и происхождении колчеданно-полиметаллических месторождений, закономерностей их размещения и поисковых признаков. Разработана методика проведения прогнозно-поисковых работ. Данные, полученные в результате прогнозных исследований, легли в основу многочисленных кандидатских и докторских диссертаций как сотрудников

коллектива были составлены прогнозные карты на коренное и россыпное золото с цифровой оценкой прогнозных ресурсов, выделены перспективные площади для поисковых работ.

В восьмидесятые—девяностые годы южная часть Западной Сибири снова привлекла внимание ученых ЦНИГРИ. К этому времени относятся более тщательное и углубленное изучение золотоносности кор химического выветривания Салаирского кряжа (Н.М.Риндзюнская, О.О.Минко, Е.Г.Песков) и комплексная геолого-экономическая переоценка коренной и россыпной золотоносности территории деятельности Южсибгеолкома (И.А.Карпенко, Н.Г.Петраш и др.).

Покорение золотой Западной Сибири учеными ЦНИГРИ шло волнами, иногда короткими наскоками, экспертными оценками. Оно сопровождалось, помимо полевых и камеральных работ, кураторством, участием в выездных экспертных Советах Мингео РСФСР, в научно-практических конференциях по золоту Сибири (Томск, Новосибирск).

У тасежного костра часто вспоминаются отдельные «картинки» из Западно-Сибирской жизни ЦНИГРИ, из «общения науки и практики». Вот некоторые из них.

В 1968 году на Бериккульском руднике состоялось совещание выездной экспертной комиссии Мингео РСФСР под председательством А.П.Божинского (в то время куратора Мингео РСФСР). В совещании участвовали представители Мингео РСФСР, Главзолото МЦМ СССР, Западно-Сибирского геологического управления, треста Запсибзолото, ЦНИГРИ, СНИИГТИМСа, СО АН СССР.

Совещание открывает всегда собранный, невозмутимый, благожелательный А.П.Божинский. Выступают основные докладчики, среди них прекрасный оратор Н.И.Бородавский, сразу же завладевший вниманием слушателей — в снежнобелой рубашке, с копной развевающихся седых волос. С первых же фраз все прониклись неподдельным уважением к этому много и глубоко знающему золотую геологию ученому. Николай Иванович поделился опытом изучения золоторудных месторождений Урала и других регионов страны, высказал конкретные суждения о возможных перспективах на золото

Алтае-Саянской складчатой области в целом и конкретных рассматриваемых объектов в частности. Со стороны ЦНИГРИ были также доклады А.А.Стороженко, В.М.Токарева о перспективах района. Наметились расхождения в цифровой оценке прогнозных ресурсов и путях ее реализации. Выступивший с примерно часовым докладом главный геолог ЗСГУ Б.Н.Русанов определил прогнозную оценку коренного золота Мариинской тайги в 500 т и разразился резкими обвинениями в адрес Мингео РСФСР, что оно не дает необходимого финансирования ГРР и, тем самым, сдерживает прирост запасов, тогда как действующие рудники обладают крайне низкой обеспеченностью разведанными запасами.

Только закончился доклад, Е.Т.Маковкин (главный геолог Главзолото) спрашивает Б.Н.Русанова: «Представьте ситуацию, мы поверили в Ваш прогноз, объединили усилия Мингео РСФСР и Главзолото МЦМ СССР и выделили вам деньги на ГРР, необходимые для реализации названных ресурсов. Сколько лет вам потребуется на ГРР?» В ответ прозвучало: ну надо 1—2 года на раскачку, а в общем лет 10. Маковкин уточняет: «Если вы обещаете за 10 лет разведать 500 т, то в среднем за год вы должны приращивать по 50 т. Особо крупных объектов в регионе пока не предвидится. Насколько реальным вам представляется выполнение обещанного на разрозненных, в том числе и еще не выявленных объектах?» Б.Н.Русанов секунд 30—40 подумал и сказал, что это невозможно, изученность района не позволяет столь оптимистично утверждать ранее сказанное им. В итоге совещания был достигнут «консенсус», принято соответствующее решение по дальнейшему направлению поисковых и разведочных работ... А затем был выездной банкет на оз.Беркикуль. Были ли эксцентричные случаи? Конечно, были. Вот один из них.

Когда уже было все выпито, шашлыки (и пр.) съедены, главные песни перепеты, большая часть присутствующих отправилась поплавать в озере. За столом осталось двое — Б.Н.Русанов и член-корр. СО АН СССР Ф.Н.Шахов (типичный интеллигент, ученый классической школы). Русанов слегка заплетающимся языком говорит Шахову: «От вас, ученых академиков, никакой поль-



зы для практической геологии нет!» Шахов на него внимательно посмотрел и, не повышая голоса, спокойно ответил: «Да понимаете, ведь Вам лично иной раз выскажешь хорошую мысль, а от Вас, кроме мата в ответ, ничего не получишь». Русанов, солидно икнув, выпустил очередную матерную тираду, и на том диалог науки и практики был завершен.

Надо сказать, что это, конечно, не типичный случай. Притом он произошел не между ЦНИГРИ и геологической службой Мингео.

Вот другой пример. Шли поисково-оценочные работы на Майско-Тибетском рудном поле в Хакасии. Главный геолог Минусинской экспедиции Б.М.Жуковский, очень скептически относившийся к академической и отраслевой науке, после работ представителей ЦНИГРИ по этому объекту (В.В.Стефанович, А.А.Стороженко, И.К.Стороженко и др.), заявил достаточно отчетливо, что теперь он за союз науки и практики. Присутствовавшие при этом В.В.Ковалевич (Мингео СССР) и руководители Красноярского геологического управления (В.А.Неволин, М.Л.Шерман) выразили удивление по поводу перемен в сознании «минусинца».

А что за приключения бывали в полевые сезоны в Мариинской тайге!

Ну хотя бы вот такой необычный случай. Заканчивался полевой сезон 1969 г. Мы с Б.В.Рыжовым в тот год пользовались вездеходом АТЛ-2. Хорошая, надежная машина. После трудового дня в районе Ударного золоторудного месторождения, отработанного в прежние годы, решили добыть свежей рыбы острой с использованием вездехода. Вышли на р.Кию, чуть выше по течению показался обширный плес (тихое мелководье). Направились к нему. Долго-долго шли, а мелководье все никак не приближается, мы все на перекате, вокруг буруны и темнота, лишь прожекторная фара выхватывает ту или иную картину ночи. Очередной раз взревел мотор, гусеницы отчаянно лязгают, а мы, как оказалось, сидим днищем на валуне и выгребаем из-под себя современные аллювиальные отложения, поэтому вождеденное мелководье, где можно было под свет фар поискать дремлющую рыбу, для нас оказалось недостижимым.

К концу ночи мы каким-то чудом спол-

зли с валуна и приехали в лагерь, несолоно хлебавши, без рыбы, измотанные неожиданной нервозностью. Начальник партии — Б.В.Рыжов встретил нас вопросительным взглядом: какие успехи? вездеход цел? Ведь завтра нам идти дальше, вглубь тайги...

Через несколько дней был другой случай, также связанный с желанием добыть рыбы, плавающей в реке, поскольку, как известно, в тайге нет магазинов типа «Океан» или просто «Рыба». На этот раз решили для ночного лова использовать факелы на бензиновой основе. Для этого шофер с ведром бензина шел вдоль берега, а добытчик с острой и факелом по мелководью. Еще ничего не добыли, как вдруг в кромешной темноте раздался истошный крик шофера. Я с факелом бросился к нему, спрашивая на ходу, что случилось? В ответ слышу совершенно душераздирающее и неожиданное: «Не подходи! — я подскользнулся и опрокинул ведро бензина на себя»... Пришлось факел загасить и в темноте возвращаться в наш полевой лагерь, естественно, без рыбы. Вот что значит нарушать правила техники безопасности, экзамены по которым мы сдавали перед каждым полевым сезоном.

А вот об освоении Лено-Енисейской провинции можно рассказывать ночи напролет. В исследованиях ее участвовали также крупные коллективы ученых ЦНИГРИ.

В пятидесятых—шестидесятых годах детально изучались структурные и минералогические особенности Советского золоторудного месторождения с оценкой перспектив флангов и глубоких горизонтов (П.С.Бернштейн, Н.В.Петровская), попробовали «на зуб» проблему золотонности докембрийских конгломератов (Д.К.Зегебарт, А.Г.Шпилько), в итоге не получив положительных результатов. Вместе с тем были разработаны основы методов опробования и оценки этих образований, остающихся для России большой геологической тайной.

В эти же годы тщательно изучались перспективы россыпной золотонности Енисейского кряжа (Е.Я.Синюгина, А.Д.Дубинчик, З.В.Стрепетова). Были составлены специализированные геоморфологические карты на золотонные территории в масштабе 1:200000. Помимо россыпной золотонности на них были выделены площади,

перспективные для обнаружения коренных месторождений. Одна из таких площадей, как оказалось много лет спустя, достаточно точно соответствует Олимпиадинскому рудному полю.

В северных районах Красноярского края между реками Подкаменная Тунгуска и Курейка по заданию вышестоящих организаций несколько лет функционировала туруханская экспедиция НИГРИЗолото, которая в 1950 г. была переведена в наш институт из треста «Золоторазведка». В ее задачу входила оценка Туруханского края, где некогда отбывал ссылку И.В.Сталин и в то время от местных жителей слышал что-то о золоте тех мест. К сожалению, наши исследователи промышленно ценного золота там не нашли. Работы проводились под руководством в начальный период А.К.Комиссарова, а затем В.Т.Андреянова. Главным геологом был могучий, всю жизнь прихрамывавший Д.К.Зегебарт, главным инженером — по внешнему виду тихий, но в душе взрывной Ф.И.Холь, начальниками партий и геологами были скромные, слегка застенчивые, но глубоко любящие полевою геологию А.К.Кондратенко, А.А.Донцов, В.И.Дмитриев, В.В.Адрианов и др. Среди технического персонала особой прилежностью в труде отличались А.К.Лабзов и Н.А.Мысякин.

После завершения работ в Туруханском крае этот коллектив в составе столь же крупной Саянской экспедиции исследовал Восточный Саян на алмазы. За это время были составлены геологические и геоморфологические карты масштаба 1:1000000—1:500000 с более детальными врезками по отдельным площадям, дана оценка перспектив алмазоносности и золотоносности обширных территорий правобережья р.Енисей от р.Подкаменная Тунгуска до бассейна р.Курейки, а также Восточного Саяна.

Более подробно о работах Туруханской экспедиции и занятых в ней специалистов расскажет непосредственный ее участник А.К.Кондратенко в своем очерке «На белые пятна». Мне же вспомнились некоторые истории приключенческого плана, происходившие во время полевых работ, рассказанные в свое время у костра А.К.Лабзовым. Александр Константинович много интересного повидал на своем веку и обычно щедро делился своими воспоминаниями о былом.

Он был страстным любителем дикой тайги, а также замечательным рассказчиком. В нем, безусловно, погиб талант писателя-натуралиста. Послушайте, вот лишь некоторые эпизоды из его повествований.

В те времена туруханские просторы были краем испуганных зверей. Многочисленные стада диких оленей совершали свои традиционные сезонные переходы с юга на север и обратно. Чрезмерное, но в основном дружественное к людям любопытство проявляли медведи. В кристально чистых реках водились самые крупные в Союзе хариусы, ленки, таймени.

Из-за того, что Туруханский край изобиловал кровососущим гнусом (мошка, комар), приходилось в знойное лето постоянно ходить в накомарниках и перчатках. Противомоскитных средств (диметилфталат, репудин, рипулин, крем «Тайга» и т.д.) тогда в достаточном количестве еще не было. Однако Д.К.Зегебарту где-то удалось достать маленький пузырек диметилфталата. В очередной вечер, когда все уже сидели у костра закутанные с ног до головы против всякого гнуса, Д.К.Зегебарт, предварительно смочив руки и лицо спасительной жидкостью, вышел из палатки без накомарника, в рубашке с засученными рукавами. Молодецки крикнув, он громогласно молвил: «Что за хилый народ сидит у костра? Вот посмотрите на меня...» Взял свою миску с кашей и продолжал весь вечер подшучивать над своими коллегами, что они боятся какого-то гнуса. На следующее утро при умывании на берегу реки у Д.К.Зегебарта случайно выпал из кармана дорожкой для него пузырек, стукнулся об камень и был таков... Вышел к неизменному костру Дмитрий Константинович, закутанный с ног до головы, как и все сослуживцы, осторожно берет свою миску... Его спрашивают: «Что случилось?» В ответ, как всегда, громко и отчетливо: «Уж больно злой комар пошел!» Дружный хохот разорвал таежную тишину.

А были ли встречи с медведями? Конечно, были...

Из воспоминаний В.В.Адрианова. Как-то раз вскоре после выхода из полевого лагеря на маршруте он почувствовал на себе чей-то взгляд. Метрах в 40—50 от него сзади стоял большой медведь и пристально на него смотрел. Всеволод Владимирович, сделав

описания очередного обнажения, отправился дальше по маршруту, вооруженный лишь геологическим молотком. Медведь весь день сопровождал его, появляясь неожиданно то с одной, то с другой стороны, не обгоняя и особо не отставая, держа определенную дистанцию. Возвращался в полевой лагерь В.В.Адрианов уже в полной темноте, местами продираясь через густые заросли и валежник. Вдруг он запнулся случайно о какой-то корень, упал, а сверху на него мгновенно навалилось нечто тяжелое. Первая мысль — медведь, который проявлял к нему повышенное любопытство весь день; подумалось, что вот и конец пришел... К счастью, это оказался огромный полусгнивший пенёк — остаток от давно отжившего свой век могучего дерева. В.В.Адрианов с трудом выбрался из-под пня, отдышался, пришел в лагерь заметно поседевший от пережитого...

Исследования Красноярского края продолжались и в последующие времена.

В шестидесятые годы наметился разворот поисковых работ на золото и серебро по Тихоокеанскому вулканогенному поясу. Государственная казна не беспредельна. Необходимо было произвести перераспределение государственных средств на ГРР между территориальными геологическими управлениями. В этом сложном процессе ЦНИГРИ в лице И.С.Рожкова, Г.П.Воларовича, других кураторов играл ведущую роль. По ряду регионов, в т.ч. по Красноярскому краю, ассигнования по отрасли золота были сведены до минимума. В итоге в пределах Тихоокеанского пояса были достигнуты определенные положительные результаты (о чем следует рассказ отдельно), тогда как в ряде других регионов испытывались заметные трудности.

В семидесятые годы в нашей стране активизировались геологоразведочные и научно-исследовательские работы по вкрапленно-прожилковому золото-сульфидному оруденению в черносланцевых толщах. В ЦНИГРИ эти работы возглавил заместитель директора, доктор геол.-мин.наук, куратор по золоту Мингео СССР, профессор Г.П.Воларович. В состав ответственных исполнителей входили: А.А.Стороженко, В.М.Яновский, М.И.Воин. Исследованиями были охвачены все основные золоторудные провинции Союза, в том числе и Лено-Енисейская.

Помню, как Г.П.Воларович перед моим отъездом в Красноярск напутствовал: осторожно прозондируй у М.Л.Шермана (главного геолога КТГУ), как у них идут дела по рудному золоту, намекни, что в ближайшее время ассигнования им, очевидно, будут увеличены... Первая встреча с М.Л.Шерманом, В.А.Неволиным (генеральный директор КТГУ), а также с руководством объединения Енисейзолота была весьма неприятная. Все они, узнав, что я куратор по золоту Красноярского края, представитель ЦНИГРИ, заявили в жесткой форме о том, что если я буду проводить прежнюю политику Воларовича и Рожкова, которые посадили их на голодный паек из-за своего любимого вулканогенного пояса, то они не хотели бы со мной больше встречаться... Со временем наши отношения были налажены, руководство геологического управления, экспедиций и партий оказывало нам систематическую помощь в проведении полевых работ. Особую благодарность за это хотелось бы выразить В.А.Неволину, М.Л.Шерману и С.П.Шимченко. Благодаря общим усилиям в Енисейском крае было обнаружено крупное Олимпиадинское месторождение, представленное золотоносными корами химического выветривания, развитыми по вкрапленно-прожилковому золото-сульфидным рудам, локализованным в карбонатно-терригенных породах протерозоя.

Для ускоренной разведки и комплексного изучения этого объекта Мингео СССР была образована научно-производственная группа под руководством М.Л.Шермана. От ЦНИГРИ в ее состав вошли А.А.Стороженко (заместитель руководителя), В.Н.Иванов, В.В.Стефанович, А.М.Гаврилов, А.И.Никулин. В ЦНИГРИ был сформирован крупный коллектив, обеспечивший весь необходимый комплекс научно-исследовательских работ по геологии, минералогии, геохимии, геофизики, технологии обогащения, бурения скважин большого диаметра, методов разведки и подсчета запасов, геолого-экономической оценки.

Геолого-структурное изучение Олимпиадинского месторождения проводил Ю.И.Новожилов, исследования минерального состава первичных руд осуществлял А.М.Гаврилов, окисленных руд — С.В.Яблокова, геохимической зональности —

Н.П.Варгунина, методикой разведки и подсчета запасов занимались В.Н.Иванов, М.Ю.Катанский, технологией обогащения руд — А.И.Никулин, геолого-экономической оценкой — В.В.Стефанович, А.П.Шапиро, проходку скважин большого диаметра станком УБСР-25 (вместо заверочных шурфов) обеспечивал коллектив под руководством В.М.Минакова. Крупный коллектив геофизиков ЦНИГРИ под руководством А.Ф.Постельникова в содружестве с территориальной геофизической службой проводил изучение новейшими методами геофизических полей рудного поля и месторождения. Перспективной оценкой Олимпиадинского (Верхне-Енашиминского) рудного района и Енисейского кряжа в целом занимался коллектив геологов ЦНИГРИ под руководством А.А.Стороженко (Р.О.Берзон, В.А.Макеев, Е.Г.Песков, В.Ф.Гуреев, Ф.А.Шохор, В.С.Зорина, Е.Н.Анохина, И.К.Стороженко и др.). были проведены большие работы по выявлению перспективных на золото площадей геохимическими методами по потокам рассеяния (В.А.Загоскин).

В.Ф.Коваленко на основе анализа региональных геофизических материалов исследовал влияние глубинных структур Енисейского кряжа на размещение золоторудных объектов, в т.ч. Олимпиадинского рудного поля.

С учетом комплекса проведенных исследований в пределах Енисейского кряжа и в Олимпиадинском рудном узле были выделены перспективные на золото площади.

Разведка Олимпиадинского месторождения была своевременно завершена. Ученые ЦНИГРИ непосредственно участвовали совместно с геологами Красноярского ТГУ в составлении отчета по подсчету запасов по Олимпиадинскому месторождению с представлением его в ГКЗ СССР.

За разведку Олимпиадинского месторождения от ЦНИГРИ Ю.И.Новожилов удостоен лауреата Государственной премии, А.И.Никулин награжден орденом «Знак Почета», многие другие ученые получили денежное вознаграждение (А.М.Гаврилов, В.Н.Иванов, С.В.Яблокова, А.А.Стороженко).

Помимо Енисейского кряжа, кураторскому надзору и перспективным оценкам

учеными ЦНИГРИ подвергались и другие золотоносные районы Красноярского края, Хакасии и Тувы.

В пределах Восточной Сибири наиболее полно и разносторонне изучался Ленский золотоносный район, на территории которого с сороковых по семидесятые годы проводили геологические исследования три Ленских комплексных экспедиции НИГРИЗолото-ЦНИГРИ. Они возглавлялись, соответственно Г.Л.Юдиным, Т.М.Дембо, Ю.П.Казакевич. На первых этапах исследований Ленского района обобщался материал по россыпной золотоносности (Г.Л.Юдин), закладывались основы стратиграфии древних и молодых отложений (А.Р.Бурачек), проводилось детальное петрографическое изучение интрузивных и метаморфизованных пород (Т.М.Дембо). Особенно плодотворной была последняя экспедиция, просуществовавшая порядка 20 лет. Она имела хорошо оборудованную базу в г.Бодайбо. Эту экспедицию по отечески опекал заместитель директора института профессор С.А.Кашин, научным руководителем была Ю.П.Казакевич. Экспедиция состояла преимущественно из молодых, весьма энергичных, невероятно любящих свое дело геологов, геоморфологов, геофизиков, способных за рабочий день в таежных условиях совершать маршруты по 30—40 км и более (Т.П.Жаднова, А.К.Кондратенко, А.А.Стороженко, И.К.Стороженко, Ю.П.Храмченко, В.Б.Аминев, С.Д.Шёр, О.С.Набровенков, С.С.Кальниченко, Т.Н.Сирина, Г.Д.Карамышева, Е.Я.Синюгина, Н.М.Риндзюнская, С.В.Халтурина, Л.А.Николаева, Н.И.Засыпкин, А.А.Макарова, П.В.Ларин, И.А.Кудрявцева, С.С.Николаев, И.Л.Шофман, Т.И.Ильина, Е.А.Ковалершина, К.П.Тихомиров, В.В.Адрианов, А.С.Лобанов, А.К.Лабзов и многие другие). Начальником Ленской экспедиции был вначале А.В.Горельшев, умудренный опытом многолетних работ в Колымских краях, а затем К.П.Тихомиров — прошедший Великую Отечественную войну, поработавший в условиях Казахстана, Урала, а затем по совету С.А.Кашина попавший в Ленскую тайгу. Непродолжительное время в составе Ленской экспедиции проводили исследования Г.В.Писемский и С.Г.Мирчинк.

Геолого-съемочные работы, проводив-

шиеся Ленской экспедицией, завершились созданием государственных карт масштаба 1:200000, первой прогнозно-металлогенической карты на коренное и россыпное золото масштаба 1:100000, специализированных карт более детального масштаба на основные рудные поля, месторождения и золото-россыпные узлы. При этом были детально разработаны основы стратиграфии, тектоники, магматизма, метаморфизма, рудогенеза и россыпеобразования, систематически осуществлялись минералогические исследования самородного золота из коренных источников и россыпей. Все это рождалось в оживленных дискуссиях при разборе полевых материалов, на Ученых Советах, конференциях.

По настоятельному совету С.А.Кашина и Ю.П.Казакевича каждый полевой сезон завершался в поле предварительной обработкой полевых материалов, писались развернутые информационные отчеты с предварительными рекомендациями, которые докладывались в г.Бодайбо руководству треста (объединения) Лензолото, а также Иркутскому геологическому управлению.

На основе региональных работ выявлялись перспективные рудные поля и долины рек с россыпной золотоносностью. С целью реализации этих результатов формировались комплексные полевые партии для проведения более детальных работ с использованием широкого комплекса методов, в т.ч. геофизических и геохимических.

Работы по рудному золоту в целом возглавлял неутомимый исследователь С.Д.Шер, обладавший глубокими разносторонними знаниями в области «золотой геологии мира». Он постоянно делился своими знаниями с собеседниками, часто читал лекции геологам производственных организаций.

Предварительными поисковыми работами Ленской экспедицией были охвачены основные рудные поля: Сухой Лог, Вернинское, Васильевское, Артемовское, Ходоканское.

В результате многолетних исследований, которые обычно проходили в сотрудничестве с геологами Иркутского геологического управления, были выявлены главные закономерности локализации золотого оруденения в структурах Ленского золотоносного

района. Была показана различная роль двух главных типов коренной золотоносности (кварцево-жильного и сульфидного прожилково-вкрапленного) в качестве источников для россыпей и возможных золоторудных объектов.

Анализ всего накопленного материала подвел к главному выводу о том, что в Ленском золотоносном районе, давшем государственной казне более тысячи тонн россыпного золота, могут быть обнаружены месторождения кварцево-жильного и прожилково-вкрапленного золото-сульфидного типов соответствующей крупности запасов и с определенным качеством руд. Такой прогноз подтвердился последующими геолого-разведочными работами.

По рекомендации ЦНИГРИ Бодайбинская ГРЭ Иркутского геологического управления успешно разведала уникальное по запасам золото-сульфидное месторождение Сухой Лог, руды которого обладают, к сожалению, низкими содержаниями. Предварительно разведано Вернинское месторождение и голец Высочайший.

При разведке этих объектов ученые ЦНИГРИ принимали непосредственное участие в их изучении. При этом особенно детально исследовались Сухой Лог и Вернинское. Под научным руководством С.Д.Шера в изучении этих объектов участвовали: В.Б.Аминев, Д.А.Дорофеев, Е.А.Зверева, Н.М.Заири, Ю.И.Новожилов и др.

За разведку Сухого Лога коллектив геологов был удостоен звания Лауреатов Ленинской премии. От ЦНИГРИ орденом «Знак Почета» был награжден С.Д.Шер, который после получения награды как-то смущенно сказал нам, «Ленцам»: «Извините, за Сухой Лог наградили только меня...»

По результатам изучения и обобщения материалов по Ленскому золотоносному району Ю.П.Казакевич и Л.А.Николаева защитили докторские диссертации, кандидатские диссертации защитили: А.К.Кондратенко, Т.П.Жаднова, В.Б.Аминев, Н.А.Вашко, Н.М.Риндзюнская.

Основные результаты работ «Ленского» коллектива отражены в многочисленных отчетах, статьях и в ряде монографических изданий.

Фактический материал для последую-

ших обобщений добывался упорным трудом исследователей, обладавших поразительной выносливостью и подчас «солдатской» смекалкой (или находчивостью). Полевые работы проходили в условиях, свойственных районам крайнего севера.

Несколько примеров из полевой жизни Ленской экспедиции.

Из воспоминаний о С.Д.Шере. Это был всегда спокойный, сосредоточенный человек, небольшого роста, шуплый, как говорят, легкий на ногу, по-солдатски выносливый. Иногда, в нарушение требований техники безопасности при ведении полевых работ, он совершал в одиночку многокилометровые маршруты по тайге, не боясь ничего. Оружия он принципиально с собою не носил, объясняя это тем, что он не может в кого-либо стрелять, пусть все окружающее живет своей жизнью. В один из одиночных маршрутов случилось непредвиденное. Продираясь сквозь заросли, он услышал вдруг сзади какой-то подозрительный шорох. Оглянувшись и видит: два хорошеньких медвежонка следуют за ним. Сергей Дмитриевич остановился, шикнул на них, медвежата тоже остановились. Из кустов мгновенно появилась медведица, от которой ничего хорошего ждать не приходилось. Оценив складывающуюся ситуацию, Сергей Дмитриевич, зажав в руках геологический молоток, резко развернулся и что было сил побежал, спиной чувствуя преследование медведицы. Пробежав несколько секунд, споткнулся и упал. Сразу развернулся лицом к преследовательнице, стал на четвереньки и громко залаял по-собачьи. Медведица остановилась, недоуменно стала его осматривать, глухо поварчивая. Тем временем подошли медвежата, прижались испуганно к мамаше. Сергей Дмитриевич продолжал надрывно лаять, наконец медведица, осознав серьезность оппонента, обняла малышей и повела их в густые заросли. Гавкнув еще несколько раз для верности, Сергей Дмитриевич поднялся, отряхнулся, поправил на себе рюкзак, полевую сумку и продолжил маршрут в бассейне р.Тамарак по правобережью р.Витим.

Что еще можно рассказать о полевых ситуациях? Вот пример, подтверждающий, что именно практика является критерием истины.

Во время разведки месторождения Сухой Лог к нам в Бодайбо прилетел «наш папа Кашин». Степан Александрович изъявил желание осмотреть объект в натуре. Константин Павлович Тихомиров (начальник экспедиции) предложил ему новый хлопчатобумажный костюм черного цвета из числа тех, что были получены в Москве в институте для полевых работ. Подъехали на машине к горе, а дальше надо идти пешим ходом по тропинкам между кустами развесистого кедрового стланника. Стояла летняя жара, свирепствовал гнус, к концу дня ливанул дождь... Были осмотрены каналы, шурфы, керн буровых скважин, вернулись на прииск Кропоткин, где был наш базовый лагерь. Уставший, промокший Степан Александрович разделся и вдруг обнаружил, что все его тело покрыто черно-синими пятнами и полосами. Он, естественно, возмутился и набросился на Константина Павловича: «Во что ты меня одел? Разве можно в таких полевых костюмах работать?» Константин Павлович ответил, что такие костюмы были получены для института заместителем директора по хозяйственной части Карпухиным. «Папа Кашин» достаточно жестко заявил, что вот вернусь в институт, всыплю этому Карпухину, чтобы он знал, что необходимо для поля... Так практикой познается истина.

Следует особо отметить, что при многолетних исследованиях ленского золотоносного района сложились, в основном, очень хорошие отношения между нашим коллективом и геологами (и руководителями разных рангов) производственных организаций. В теоретическом и научно-прикладном плане находился «консенсус» в плодотворных дискуссиях. В полевой же жизни постоянно оказывали взаимную поддержку.

... В 1961 г. наша полевая партия добралась на автомашине до пр.Маракан, чтобы затем уйти дальше на север вглубь тайги на завьюченных оленях, т.к. туда вели только звериные тропы. В то время приличной дороги на Маракан не было. Значительная часть пути проходила вдоль русла реки. Не доезжая 5—6 км до прииска, наша машина попала в глубокую промоину, вода захлестнула мотор и мы основательно засели посреди реки. Пришлось пешим ходом добираться до Маракана, где начальником разведочной

партии был Н.С.Романченко, будущий лауреат Ленинской премии за разведку Сухого Лога. А в данное время его партия разведывала знаменитую Мараканскую россыпь, которая затем стала отрабатываться крупнейшей в мире драгой с объемом черпака 600 л и глубиной отработки более 50 м.

Найдя Николая Степановича, я попросил его дать гусеничный трактор, чтобы вытащить из реки нашу машину. Трактор он выделил, но настоятельно попросил его не утопить. В итоге тракторист, вытащив на берег наш автомобиль, по личной инициативе стал показывать, где нам надо было ехать. Сколько я ему не кричал, что этого делать не надо, он решительно двинул рычагами управления и направил трактор, как боевой танк, по известному лишь ему направлению. Трактор, пройдя несколько метров, стал быстро погружаться в воду и в какое-то мгновение от него остался на поверхности лишь кончик выхлопной трубы. Тракторист вплавь выбрался на берег и промолвил, что еще вчера именно здесь был наиболее мелкий брод.

Представляете, как нас встретил Н.С.Романченко, когда услышал, что трактор утопили. Но вскоре другой трактор послали на выручку. А за дружеским чаепитием была продолжена беседа, ведь мы полгода не виделись...

А что можно примечательно рассказать о Ю.П.Казакевич?

О Юлии Петровне можно написать отдельную повесть. Здесь отметим лишь отдельные штрихи к портрету этого неутомимого исследователя.

Прежде всего, следует особо отметить, что большой успех в разносторонних работах Ленской комплексной экспедиции в значительной мере связан безусловно с ее бесценным научным руководством. Юлия Петровна была энергичной женщиной, обладающей талантом прекрасного организатора работ и разнопланового исследователя. Она всегда владела ситуацией в коллективе, никогда не боялась трудностей полевой жизни в условиях Сибирской тайги, обладала даром убеждения руководителей любого ранга. Как сказал бы военный человек, с ней можно было идти в разведку.

Со свойственной ей энергией Юлия Петровна глубоко вникала во все главные аспек-

ты всего комплекса работ. Особенно много сил было потрачено на обильные дискуссии по стратиграфии протерозойских толщ — основы объективного геологического картирования. Не менее жаркие споры происходили по строению кайнозойских отложений и роли покровного оледенения в сохранении золотоносного аллювия.

Весь наш в то время молодой и горячий коллектив постоянно настраивался на решение практических задач, вытекающих из получаемых в поле и при камеральной обработке геологических материалов.

Хочется надеяться, что более полный и подробный рассказ о Юлии Петровне читатель найдет в разделе о золотоносных россыпях, которым эта замечательная женщина посвятила всю свою жизнь.

Однажды мы с Юлией Петровной приехали на автомашине к Н.М.Риндзюнской, полевой лагерь которой располагался в долине р.Бол.Тунгуски, вблизи пр.Светлый. В первый день ознакомились с выполненными работами. Вечером у костра, как обычно, были песни, под музыку из радиоприемника (полевой радиостанции) Наталья Михайловна исполнила изумительно красивый танец, по изяществу не уступая Варлей в «Кавказской пленнице». Затем Юлия Петровна вдруг сказала, что хотя она и не успела все посмотреть, что планировала, но ей надо срочно лететь в Бодайбо. Утром она подтвердила свое намерение о срочном вылете, оставляя меня для более внимательного ознакомления с делами отряда (я в то время был главным геологом Ленской экспедиции).

В аэропорту выяснили, что через час будет грузовой АНТ-2, на который категорически запрещено брать пассажиров, т.к. им управляют молодые пилоты-стажеры. Однако Юлия Петровна сумела убедить работников аэропорта продать ей билет, в порядке исключения. В Бодайбо не вполне исправный самолет со стажерами приземлился с большим опозданием. Его встречало все строгое начальство аэропорта, чтобы незамедлительно выяснить случившееся «ЧП». И вдруг из самолета выходит женщина — Юлия Петровна. Все встречавшие впали в шок. Затем в адрес пилотов было высказано все, что положено, на сибирском диалекте. Юлия Петровна стала на защиту пилотов, заявив высокому начальству, что

летчики вели самолет отлично, а если бы они в полете растерялись, то она бы им помогла...

За большой вклад в развитие геологоразведочных работ, обеспечивший прирост запасов золота в Ленском районе, Юлия Петровна была награждена орденом Трудового Красного Знамени.

Оглядываясь на прожитые годы, проведенные в Сибирских краях, на уже открытые несметные богатства земли Сибирской, часто вспоминаешь удивительно пророческие слова М.В.Ломоносова о том, что богатство России будет прирастать Сибирью.

Ученые ЦНИГРИ безусловно внесли свою лепту в освоение этого прекрасного края.

...Ночной костер догорал, дружный хор

слегка простуженными голосами душевно продолжал петь:

Сырая тяжесть в сапогах,  
Роса на карабине,  
Крутом тайга, одна тайга,  
А мы посередине.  
И десять лет, и двадцать лет,  
И нет конца и края,  
Олений след, медвежий след  
Вдоль берега петляет...  
А наутро быстрые олени  
Унесли в неведомую даль,  
Уезжала ты одна по Лене,  
Увозила радость и печаль.  
Я теперь один в горах Витима,  
Скрылась путеводная звезда,  
Отшумели воды Бодайбинки,  
Не забыть тайги мне никогда...

© П. Э. Фельтгейм, 1995

## НЕ ПРОВЕТРИШЬ — НЕ НАЙДЕШЬ!

П. Э. ФЕЛЬТГЕЙМ (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Процесс проветривания горных выработок будет необходим до тех пор, пока «Геология» будет нуждаться в горноразведочных выработках. Более того, процесс следует совершенствовать применительно к местным условиям не только потому, что воздухообмен в рабочих подземных выработках обязателен сам по себе, но и потому, что правильно осуществленная вентиляция выработок дает возможность работать высокопроизводительно, своевременно обеспечивать прирост запасов твердых полезных ископаемых при низких удельных затратах на геологоразведочные работы. Известно, что неудовлетворительная вентиляция выработок нередко — причина невыполнения геологического задания. Так, например, недооценка роли вентиляции на годы затянула разведку Зун-Холбинского месторождения золота и Байсунского месторождения каменного угля.

Специфика разведочных горных выработок состоит в относительной их протяжен-

ности при минимальном поперечном сечении, причем размер сечения в значительной мере диктуется выбранными средствами, способами и системами проветривания. В идеале, для выработки любой протяженности нужно определять оптимальное поперечное сечение в зависимости от имеющихся средств проветривания и, наоборот, для каждого набора средств проветривания существует предельная протяженность выработки. При всей, казалось бы, неопределенности параметров выработок на геологоразведочных работах, протяженность выработок, вскрывающих рудопроявление, и продолжительность горных работ известны заранее достаточно достоверно.

Исследования по совершенствованию проветривания разведочных горных выработок в ЦНИГРИ, по существу, начали развиваться с 1961 года на Удоканском месторождении, где по предложению К.К.Алексина по условиям проветривания была разработана...



под металлические вентиляционные трубы большого диаметра. Для этого поперечное сечение штольни на всем протяжении было увеличено за счет применения анкерного крепления взамен деревянного, а трубы диаметром 500 мм доставлены самолетом из Читы. Эти трубы затем еще неоднократно применялись для проветривания подходов штолен Удоканского месторождения.

В последующие 30 лет, начиная с 1963 года, вклад в совершенствование проветривания протяженных разведочных выработок, внесли: П.Э.Фельтгейм, А.Г.Титова, А.И.Лифанов, И.Н.Засухин, А.В.Горный, В.Е.Виглин, А.Е.Тюриков, А.В.Путинцев, С.Б.Саркисян, Ю.Б.Богачев, В.В.Горшков, В.И.Астанин, и Р.К.Макова. Исследования по совершенствованию проветривания часто усложнялись тем, что разведочные выработки отягощены наличием повышенной или пониженной температуры горных пород, высокогорьем и повышенным выделением природных газов, термальными подземными водами и неустойчивыми горными породами, проводимые часто в условиях дефицита средств проветривания, крепежных материалов и электроэнергии.

Кардинальная тактика исследовательских работ — натурное моделирование, проверка эффективности и аналитическое исследование отдельных средств и систем проветривания на рудниках (Салаирский, Миргалимсайский, Архонский) и на объектах Восточно-Кураминской ГРЭ (ВКГРЭ); затем реализация эффективных разработок непосредственно в геологоразведочных выработках отрасли с последующей публикацией результатов исследований. В результате улучшены условия труда горнопроходчиков, сокращены трудоемкость и сроки проведения протяженных выработок; средствами вентиляции продлены сроки службы крепления горных выработок, а в некоторых случаях вообще обеспечена возможность своевременного проведения подземных выработок при разведке: Мурунтауского, Даугызтауского, Амантайтауского, Зармитанского, Гужимсайского, Байсунского, Кочбулакского, Кызылмасайского, Карагачайского, Ак-Тепинского, Джируйского, Сары-Джазского, Удоканского, Нежданинского, Карамкенского, Дукацкого, Аметистового, Садонского, Буронского, Архонского и ряда других месторождений твердых полезных ископаемых.

Результаты исследований позволили выработать отраслевую политику совершенствования проветривания подземных выработок, создали ЦНИГРИ авторитет организации, для которой под силу решать любые задачи в области проветривания подземных выработок.

В первое десятилетие работы пылевентиляционной лаборатории (1963—1973 гг.) для объектов разведки была создана оригинальная база проектных решений выбора средств и систем проветривания тупиковых выработок, а также выполнена ревизия методических и инструктивных наработок, использовавшихся при расчете систем проветривания в смежных отраслях промышленности. Были выполнены специальные исследования по определению расхода воздуха, необходимого для проветривания тупиковых выработок различной протяженности; по установлению воздухопроницаемости стенок вентиляционных ставов; по уточнению аэродинамического сопротивления вентиляционных трубопроводов и скважин различного диаметра при различных способах их эксплуатации; по определению расходно-напорных характеристик наиболее ходовых вентиляторов местного проветривания (ВМП); по разработке концепции применения и надежности системы безрециркуляционного проветривания тупиковых выработок; по вычислению параметров систем проветривания и номенклатуры ВМП для выработок различной протяженности и, наконец, по разработке методики экономической оценки применения безрециркуляционного проветривания разведочных выработок.

Со второго десятилетия (1973—1983 гг.) сети разведочных выработок на основных объектах разведки интенсивно усложнились и все более соответствовали сетям выработок рудников небольшой производительности. Вентиляционные скважины заменялись восстающими для проветривания целых горизонтов, что отразилось на появлении специфических задач рудничной вентиляции, решаемых с помощью применения батарей вентиляторов местного проветривания и ре-же рудничных вентиляторов с диаметром рабочего колеса до 1,6 м. На крупных объектах отрасли были организованы пылевентиляционные службы (ПВС), созданы груп-

пы и отдельные подразделения по проектированию горных работ. Для инструктивно-методического обеспечения инженерно-технических работников отрасли ЦНИГРИ развернул работу по проведению отраслевых совещаний и семинаров, а также школ для работников ПВС, по ведению специальных лекций на отраслевых курсах повышения квалификации ИТР; по разработке нормативной базы, специальных отраслевых положений, инструкций, стандартов и, наконец, по переработке Правил безопасности при геологоразведочных работах, в которых требования к проветриванию подземных выработок получили совершенно новое, расширенное освещение.

В третьем десятилетии (1983—1992 гг.) в условиях усложнения сети разведочных выработок в области совершенствования подземных выработок ЦНИГРИ выполнены уже качественно новые работы: по разработке и созданию обязательной инструктивно-методической базы проектирования проветривания разведочных выработок отрасли; по разработке концепции определения места заложения запасного выхода по условиям проветривания выработок; по созданию при участии работника ВКГРЭ Г.В.Шафета, программного обеспечения расчета систем проветривания тупиковых выработок с применением микрокалькуляторов МК-34 и МК-61, а при участии В.А.Шелягина с применением ПЭВМ; по составлению и реализации проектов и проектных решений по вентиляции разведочных выработок, проводимых в условиях высокогорья и повышенной температуры воздуха подземных выработок; по снижению влажности воздуха подземных выработок за счет заметного увеличения воздухообмена и перехода на нисходящую систему штольневого проветривания, что отразилось на экономии лесоматериалов; по применению шахтного кондиционера МАКНИИ для снижения относительной влажности и температуры воздухопроводов диаметром 800 мм при вскрытии глубокозалегающих месторождений; по разработке и внедрению на объектах Узбекистана спиральношовных полиэтиленовых армированных металлических сеткой воздухопроводов диаметром 500 мм, продолжительность эксплуатации которых в самых неблагоприятных условиях превышает 15 лет.

разработке и введению в эксплуатацию в РММ ВКГРЭ стенда аэродинамических испытаний ВМП, в том числе ВМ-6, при различных условиях их эксплуатации; по внедрению на объектах Камчатки «компенсационных муфт» при использовании «гибких рукавов» для проветривания протяженных выработок; по испытанию, в условиях Архонского рудника, оригинальной конструкции секционного воздуховода из жесткого полиэтилена для проветривания восстающих при использовании комплекса проходки восстающих (КПВ); по внедрению УБВ-1,25 для бурения вентиляционных восстающих высотой до 100 м в горных породах, коэффициент крепости которых по шкале проф. М.М.Протодяконова не превышает 12.

Позитивные результаты работ, конечно, не исключают неудовлетворения от незавершения ряда совершенно оправданных идей, которым в разные периоды было уделено большое внимание, например:

- сооружение вентиляционного отделения в стволе шахты, заменяющее проходку второго вентиляционного выхода;

- разведка рудопроявлений из серии вертикальных выработок, позволяющая увеличить высоту этажа между основными горизонтами до 160—220 м и сократить общую протяженность подходных выработок, например, штолен;

- внедрение в качестве штатного полиэтиленового воздуховода диаметром 220 мм при проведении восстающих с применением КПВ;

- переоценка ряда проектных решений при проветривании разведочных выработок в связи с резким повышением стоимости электроэнергии;

- изготовление металлических спиральношовных вентиляционных труб необходимого диаметра непосредственно на объектах работ с применением передвижного стана, прототипы которого изготавливались Днепрпетровским трубным институтом.

Отмеченное не снижает значимости работ ЦНИГРИ по совершенствованию проветривания горно-разведочных выработок. В результате научно-исследовательских работ ЦНИГРИ создана оригинальная инструктивно-методическая база проектирования вентиляции подземных выработок в разно-

лизация разработанных решений обеспечивает удовлетворительные условия труда горнорабочих и своевременное выполнение геологического задания при низких удельных затратах на геологоразведочные работы.

ологического задания при низких удельных затратах на геологоразведочные работы.

© А. А. Фельдман, 1995

## АЛМАЗЫ

### А. А. ФЕЛЬДМАН (ЦНИГРИ Роскомнедра)

Первые научно-исследовательские работы на алмазы в рамках ЦНИГРИ были поставлены в 1950 г. под руководством Г.П. Воларовича и переданы в ведение института. Туруханская экспедиция провела геологическое изучение правобережья Енисея с опробованием аллювия основных его притоков. В 1950—1954 гг. Уральская партия НИГРИ Золото в составе Г.В. Писемского, М.В. Пиотровского, Е.М. Писемской, А.И. Дубинчик проанализировала алмазность западного склона Среднего Урала. Впервые для этой территории была составлена прогнозная карта алмазности на геолого-геоморфологической основе, намечены критерии поисков россыпей и их возможные промежуточные коллекторы.

Новый этап научных исследований в области геологии алмазных месторождений начался в 1965 г. по инициативе директора института И.С. Рожкова на фоне бурного развития минерально-сырьевой базы алмазов в Якутии. Небольшой коллектив энтузиастов организованного специализированного сектора (В.С. Трофимов, А.П. Буров, Е.В. Францессон, Ф.В. Каминский, Г.А. Гуркина, М.П. Метелкина, В.Е. Минорин и др.), позднее преобразованного в отдел, под руководством Б.И. Прокопчука в исключительно короткие сроки провел обобщение накопленного к тому времени отечественного и мирового опыта и разработал первое в стране методическое руководство «Геологические основы и методика поисков и разведки месторождений алмазов» (Рожков, Буров, Прокопчук, 1970), где приводилась новая генетическая классификация алмазных месторождений и излагались методы их по-

исков и разведки для районов с различным геологическим строением.

Параллельно шла разработка принципов и методики прогнозирования месторождений алмазов и научно обоснованного эффективного комплекса поисковых критериев с составлением карт прогноза на основные алмазоносные провинции СССР, промышленные районы и участки. Научное руководство и координация работ по проблеме осуществлялась ЦНИГРИ с участием ведущих специалистов по алмазам из ВСЕГЕИ, НИГА, ЯФСО АН ССР, ВостСибСНИИГ-ГИМС, Амакинской и Ботуобинской экспедиций Якутского геологического управления. В итоге было разработано руководство по принципам и методике составления прогнозных карт на алмазы (Е.В. Францессон, Б.И. Прокопчук, Ф.В. Каминский, В.Е. Минорин и др.), и на этой основе началось планомерное составление карт прогноза для алмазоносных территорий страны, которое было закончено в конце 70-х годов.

Таким образом, с самого начала работы ЦНИГРИ ориентировались на решение важнейших задач развития минерально-сырьевой базы алмазов страны в целом.

Наряду с выполнением работ обобщающего, методического и прогнозного характера проводились серьезные исследования с большим объемом полевых работ по двум главным направлениям: россыпной и коренной алмазности нашей страны.

Целью работ геологов россыпного направления, руководимого Б.И. Прокопчуком, являлась разработка региональных и локальных критериев прогноза алмазных россыпей. Эти критерии, разработанные на

А.В.Сидоренко. Специалистами института (В.А.Хорев, Л.Н.Антонов, А.Г.Симанкин, А.Е.Азаркович, В.А.Богакин, В.В.Захребетников) совместно с производственными геологическими организациями были разработаны и внедрены способы проходки взрывами на выброс и комбинированный способ с применением зарядов рыхления. В результате исследований разработана классификация пород по сопротивляемости их взрыву на выброс, механизировано бурение шпуров, выполнены изыскания наиболее эффективных гранулированных ВВ, разработаны научные основы и инженерные методы расчета параметров буровзрывных работ, изданы соответствующие методические руководства и инструкции. Внедрение рекомендаций института в объединениях «Иркутскгеология», «Якутскгеология» и других позволило существенно поднять производительность труда и снизить стоимость работ при проходке разведочных канав и траншей.

Большое внимание в своих исследованиях ЦНИГРИ уделял и уделяет проблеме совершенствования буровзрывных работ при проведении подземных горных выработок. Чтобы облегчить и обезопасить работу взрывника, специалисты ЦНИГРИ уделяли значительное внимание исследованиям по механизации процесса заряжения. В результате систематических и целенаправленных исследований разработаны и внедрены на геологоразведочных объектах технологии, позволившие резко увеличить уходку забоя за цикл, повысить производительность труда проходчиков и скорость проходки, значительно снизить стоимость работ (Л.Г.Павловский, Л.Н.Антонов, В.А.Хорев, О.Н.Комиссарова, Н.Т.Селезнев). В частности, была разработана технология, основанная на применении прямых врубов увеличенной глубины с компенсационными (незаряжаемыми) шпурами большого диаметра и скважинами с использованием устройств направленного бурения шпуров и коронок-расширителей, а также переносных и самоходных бурильных установок. Внедрена технология на геологоразведочных объектах Российской Федерации, а также на объектах Киргизстана и Таджикистана, в бывшем ВГО «Союзгеологоразведка».

Указанная технология буровзрывных

работ отмечена серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ СССР, а коллектив разработчиков — премией Министерства геологии СССР.

Отработаны и внедрены типовые паспорта и технологии буровзрывных работ при проходке стволов разведочных шахт с применением специальных устройств (УБПШ) для врубовых шпуров (Ю.Д.Храпов, М.И.Ройзман, В.В.Перфильев). Разработаны и опробованы в производственных условиях технологии проходки шурфов методом уплотнения пород взрывом и с использованием скважинных зарядов (В.А.Хорев, М.М.Трусов, Э.Б.Ибрагимов, Б.Ф.Коншин, Б.А.Смирнов).

В последнее время специалистами ЦНИГРИ разработана технология взрывных работ, обеспечивающая минимальную нарушенность пород за контуром выработок (В.А.Хорев, Л.Г.Потапова, М.Е.Богуславский).

Взрывные работы по сложности выполнения порой значительно превосходят все другие виды работ и требуют больших значений и умения, особых мер предосторожности, предусмотрительности, точности и аккуратности. Поэтому ученые и специалисты в первую очередь при исследованиях обращали внимание на то, как сделать взрывные работы безопасными.

Человек в своей повседневной деятельности производит очень много самых разнообразных расчетов. Так и взрывник использует расчеты при определении того, сколько нужно израсходовать взрывчатого вещества для достижения необходимого эффекта, какова нужна величина заряда и т.д. На протяжении всего времени институту поручались работы по созданию инструктивно-нормативных и методических отраслевых документов. Коллективом специалистов ЦНИГРИ буровзрывного профиля было разработано большое число методических руководств, инструкций, стандартов, нормативных документов, альбомов типовых паспортов. Достаточно сказать, что все действующие в настоящее время в системе геологической службы страны методические и нормативные документы в области взрывных работ разработаны с участием специалистов института.

Трудно найти на карте России такой

район, где бы не проводились геологоразведочные и добычные работы и не гремели бы соизидательные взрывы. Невозможно перечислить все места работ взрывников геологоразведочной, горнодобывающей и строительной отраслей, призванных обеспечивать надежной минерально-сырьевой базой потребности промышленности, сельского хозяйства и обороны страны.

Коллектив ученых и специалистов-взрывников ЦНИГРИ в течение всех лет своего существования решал наиболее актуальные задачи в развитии горнодобывающей

отрасли и геологоразведочной службы страны. На протяжении всей своей деятельности институт поддерживал тесную связь с горнорудными предприятиями и геологоразведочными организациями, хорошо зная их производственные нужды, постоянно оказывая им техническую и методическую помощь.

Надо полагать, и в дальнейшем мирные взрывы будут способствовать научно-техническому прогрессу в системе геологической службы страны.


**ЦНИГРИ**

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## АЛЬБОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАЗРАБОТКИ МЕЛКИХ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Технологические схемы предназначены для выбора наиболее целесообразных вариантов вскрытия, подготовки и системы разработки мелких золоторудных месторождений при их промышленном освоении малыми добычными предприятиями.

Схемы обеспечивают эффективную разработку месторождений за счет максимального соответствия технологий горно-геологическим условиям; комплексного использования горных выработок при разведке, вскрытии и подготовке месторождений; минимального разубоживания руды и высокой полноты ее извлечения путем использования рациональных технологических и конструктивных элементов.

Альбом содержит 8 схем вскрытия, 5 схем подготовки и 16 вариантов систем разработки подземным способом и 7 схем открытой разработки. Для каждой схемы приведены значения эксплуатационных параметров и показателей разработки месторождений.

### ПРЕИМУЩЕСТВА технологических схем:

- При подземной разработке:
  - применение наиболее простых схем вскрытия;
  - применение вариантов систем более простых классов (менее трудоемких и дорогостоящих);
  - сокращение запасов руды во временных целиках.
- При открытой разработке:
  - минимальный объем проходки вскрывающих выработок;
  - наименьший объем вскрышных работ в начальный период разработки месторождений;
  - оптимальный фронт добычных работ;
  - минимальный объем внутрикарьерных перевозок.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129"Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 315-26-38  
Телетайп: 114142 АДУЛЯР  
Факс: (095) 315-27-01

Технический редактор Н. П. Кудрявцева  
Редакция: Н. И. Назарова, И. В. Крейтер, А.Э.Седельникова, Г. С. Королева

Сдано в набор  
20.06.95  
Подписано в печать  
28.07.95  
Тираж 300 экз.

Формат 185×270 1/8  
Бумага офсетная №1.  
Печать офсетная  
Заказ

Адрес редакции: 113545 Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ  
Телефон: 315-28-47



**ЦНИГРИ**

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

## **СИСТЕМА ПРОГНОЗ–ПОИСКИ–ОЦЕНКА–РАЗВЕДКА**

При реализации федеральных минерально-сырьевых программ в России используется система прогноз-поиски-оценка (СППО). Она основана на принципе последовательного приближения (<матрешка в матрешке>) – и на принципе соответствия между детальностью работ и рангами объектов, которые должны быть обнаружены. СППО отвечает циклу последовательного обнаружения объектов в ряду: металлогеническая зона (МЗ) – рудный район (РР) – рудное поле (РП) – месторождение (М) – рудное тело (РТ). Каждому из этих объектов соответствуют собственные категории прогнозных ресурсов (ПР) и запасов: МЗ – металлогенический потенциал; РР – прогнозные ресурсы категории Р<sub>3</sub>; РП – ресурсы категории Р<sub>2</sub>; М – ресурсы Р<sub>1</sub> и запасы категории С<sub>2</sub>; РТ – запасы категорий С<sub>2</sub>, С<sub>1</sub>, В.

В иерархическом ряду объектов каждая последующая категория примерно на порядок меньше предшествующей по площади и входит в нее. Особенность этого ряда – прерывистость, в т.ч. возможность отсутствия таксонов низких порядков внутри таксонов высоких порядков.

В СППО заложен принцип страховки – защиты от вероятностного характера геологоразведочного процесса. Для каждого отрезка СППО, а также для их совокупности, созданы и реализуются прогноз-поисковые комплексы, включающие модели объектов и те виды и методы работ, которые могут выявить конкретные признаки и сами объекты. Успех работ зависит от знания того, какой геологической ситуации, какой части околорудного пространства отвечает изучаемый объект. Компьютеризированные версии СППО, предлагаемые ЦНИГРИ к реализации, позволяют оптимизировать все стадии геологоразведочного процесса.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129"Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 315-26-38  
Телетайп: 114142 АДУЛЯР  
Факс: (095) 315-27-01



**ЦНИГРИ**

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

## **ИЗДАНИЯ ЦНИГРИ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ К ПРОДАЖЕ**

Методика крупномасштабного и локального прогноза месторождений цветных, благородных металлов и алмазов / В. И. Ваганов, А. Г. Волчков, М. М. Константинов и др. М.: Наука, 1989. 275 с.

Методика разведки россыпей золота и платиноидов / Ю. С. Будилин, Н. А. Вашко, В. А. Джобадзе М.: ЦНИГРИ, 1992, 288 с.

Атлас <Многофакторные поисковые модели золоторудных месторождений / Под ред. М. М. Константинова, В. А. Нарсеева М.: ЦНИГРИ, 1989. 119 с.

Петрохимия кимберлитов / А. Д. Харьков, В. В. Зуенко, Н. Н. Зиичук и др. М.: Недра, 1991. 304 с.

Методика поисков золоторудных месторождений / М. М. Константинов, В. А. Нарсеев, 1990, 245 с.

Система геологических наблюдений при прогнозе и поисках месторождений колчеданных руд / Под редакцией М. Б. Бородаевской, Д. И. Горжевского, Г. В. Ручкина М.: ЦНИГРИ, 1993, 223 с.

Геологическая служба и развитие минерально-сырьевой базы. В 2-х кн. / Под ред. А. И. Кривцова М.: ЦНИГРИ, 1993. Кн. I – 617 с., кн. II – 160 с.

Онтогенезис самородного золота России / Р. А. Амосов, С. Л. Васин М.: ЦНИГРИ, 1995.

Медно-порфировые месторождения мира / А. И. Кривцов, И. Ф. Мигачев, В. С. Попов М.: Недра, 1986. 236 с.

Каталог <Передвижные установки для извлечения золота из руд и россыпей> М.: ЦНИГРИ, 1995. 300 с.

Геонауки в СССР / Под ред. А. И. Кривцова, Р. И. Волкова М.: Недра, 1992. 310 с.

Научные труды ЦНИГРИ: библиография 1985–1995 гг. (монография, атласы, брошюры, статьи) / Под редакцией А. А. Буйнова М.: ЦНИГРИ, 1995. 120 с.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129"Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 315-26-38  
Телетайп: 114142 АДУЛЯР  
Факс: (095) 315-27-01