

Распространение технических инноваций в горном деле на Урале

В экономике XVII – начала XVIII в. были известны и востребованы: золото, серебро, олово, свинец, медь, железо. Поэтому геологоразведочные поиски в этот период были сосредоточены на выявлении руд, содержащих эти металлы. В кругу неспециалистов бытует мнение, что металл получают из соответствующих руд – золотых, серебряных, медных, оловянных, свинцовых и, наконец, железных. Однако это не так. Лишь понимание сложного смешанного характера месторождений и их формирования позволяет более точно понять сложности поиска и добычи нужных металлов. Остановимся на эксплуатации наиболее известных в тот период железорудных и меднорудных месторождениях. По оценке современных геологов, рудные залежи меди и особенно железа (за исключением болотных руд) находились вблизи или в горном массиве Уральского хребта.

В своем исследовании мы руководствуемся концепцией диффузионизма. Практически все значимые нововведения появились на Урале извне, из иных центров инноваций. Поэтому в изучении формирования промышленности эвристически ценной представляется именно данная концепция, предполагающая анализ процессов выработки, заимствования и распространения инноваций в промышленности и социокультурной сфере, характеристику агентов диффузии инноваций и механизмов их внедрения.

При этом, по нашему мнению, распространение технических инноваций происходит не в виде волн, расходящихся из единого центра во все стороны, но через более сложный и сосредоточенный процесс инфильтрации идей, перемещаемых из развитой техногенной среды по определенным направлениям и каналам именно в ту среду, где имеются или сознательно подготавливаются условия для внедрения новых технологий. При наличии соответствующих условий инновация внедряется, и происходит ее адаптация в новой среде. «Исторический

подход к изучению инновации связан с анализом ее жизненного цикла, состоящего из генезиса, интродукции (сопряженной с усовершенствованиями), адаптации (включающей в себя реакцию отторжения, изменение, принятие), рутинизации, исчезновения» [1, с. 39]. Далее распространение нововведений происходит по схеме пролиферации (размножения) центров.

С древности сырьем для производства железа служила болотная руда ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$) – разновидность лимонита органического происхождения, отлагающаяся на корнях некоторых болотных растений, при отмирании которых на дне болота образовывался слой, содержащий от 18 до 40% железа. По своим технологическим свойствам болотная руда была наиболее подходящим сырьем для крестьянской металлургии, так как принадлежала к легко восстанавливаемым породам. Еще одним преимуществом этого вида сырья было его достаточно широкое распространение, границы которого практически совпадают с границами зоны леса.

Однако основные залежи железа на Урале представлены коренными месторождениями железняков. Это – красный (гематит, Fe_2O_3) и бурый (лимонит, $n\text{Fe}_2\text{O}_3 + n\text{H}_2\text{O}$) железняки, а также магнитный железняк (магнетит, $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) с 50–70% содержания металла, обладающий магнитными свойствами. Гематитовая руда или красный железняк, содержащий до 50% железа, образовывался в результате выветривания магнитных железняков. В горных породах руда встречалась «гнездами» по несколько сотен пудов в каждом [2, с. 16].

Для района западного склона Урала характерны месторождения руд из медистых песчаников, состоящих из малахита, азурита и других окисленных медных минералов. Эти рудные залежи со средним содержанием в них 2–3% меди сформировались в виде прослоек, гнезд и линз от нескольких сантиметров до нескольких метров в поперечнике, которые залегали на значительной площади, на глубине от 3 до 40 (а порой даже до 90) метров от поверхности [3, с. 10–15].

Медистые песчаники были основными источниками меди на Урале с древности. Археологи, исследовавшие заброшенные выработки Каргалинских рудников, описали в популярной

форме картину формирования таких песчаников в Приуралье. Под воздействием разнообразных природных сил Уральский хребет разрушался. Реки выносили грунт с минералами по западному склону хребта в древнее море, занимавшее Восточно-Европейскую равнину. Песок, образовавшийся тогда, спрессовался в окаменелый песчаник, а глина – в сланец. В этой толще формировались гнезда из медесодержащих минералов, достигавшие десятков метров в поперечнике, причем слоями, простиравшимися на глубину от 3 до 90 м. Наиболее мощные наносы медных минералов с древнего Уральского хребта возникли в его южной части. Залежи халькопиритов водянными потоками были перенесены на 200–300 км к юго-западу, где на территории современной Оренбургской области образовались Каргалинское рудное поле площадью 500 кв. км [4, с. 8–9].

На восточном склоне хребта в зоне вулканической толщи широко распространены колчеданные месторождения, содержащие 1–2% меди. Их рудные тела, выходящие на поверхность, обычно имеют вертикальную зональность. Медноколчеданные руды состоят, в основном, из сульфидных материалов – природных соединений металлов с серой. К их числу относятся пирит (FeS_2) и его разновидность – марказит, а также халькопирит (CuFeS_2), сфалерит (ZnS) и некоторые другие. Согласно геотермальной концепции, они сформировались из вулканической породы, содержащей колчеданные руды. Рудные тела обычно занимают строго локализованные участки и, чаще всего, приурочены к небольшим по размерам кратерам. В результате вулканической деятельности на дне древнего океана, горячая вода в виде гейзеров насыщалась и вымывала металлы со дна, а потом при соприкосновении с холодной водой осаждала в холмы, насыщенные минералами [5, с. 169–170].

В верхней зоне окисления находятся бурые железняки, так называемая «железная шляпа». Окисленные руды в отличие от сульфидных были наиболее легкоплавки и доступны в древности. Контактново-метасоматические месторождения встречаются на восточном склоне Урала, в основном на территории Свердловской области.

К месторождениям такого типа относятся знаменитые Гумешки¹, которые разрабатывались с начала XVIII в. Резко выраженная зональность сульфидных залежей допускает промышленное использование отдельных зон одного и того же полиметаллического месторождения различными медеплавильными и железоделательными предприятиями. Зоны первичных и вторичных сульфидных руд, содержащих медь и железо, разрабатываются предприятиями меднорудной и полиметаллической промышленности, в более поздние эпохи – с попутным извлечением золота и серебра. Наибольшее значение приобрела попутная добыча золота из медных, медно-никелевых и свинцово-цинковых руд.

Для поиска руд, содержащих золото и серебро, целенаправленно организовывались экспедиции на всей территории Российского государства, вплоть до Тихого океана (независимо от затрат, климатических условий или угрозы кочевников). В это время еще не были знакомы с россыпными и коренными месторождениями золота. Искали медную руду, поскольку с древности именно медная руда считалась основным источником золота, реже серебра. В 1618 г. английский рудознатный мастер Джон Ватер в составе геологоразведочной экспедиции исследовал медную руду в районе Соликамска. Мастер был уверен, что «нет такой меди, в которой бы золота не было» [6, л. 7].

Особенно привлекали известия о «чудских копях» – следов древних горных работ. Тогда еще не было научного понимания закономерностей формирования земных недр, и появление драгоценных металлов могло иметь самое фантастическое объяснение. Вот одно из сообщений 1667 г.: «Ведомо великому государю учинилось, что в Пустозерском остроге есть гора. А течет из середины той горы руда белая, подобна серебру или олову. И что выжимаетца, то само и садитца, да ис той же горы в двух местах. А чают ис той руды бысти серебру или олову» [7, л. 13].

На Урале с XV в. и до начала XVIII в. побывало 20 геологоразведочных экспедиций, посланных исключительно на поиски драгоценных металлов. Первоначально большинство из них

1) Гумешки (от старинного слова «гуменце» – невысокий пологий холм) – Гумешевский рудник.

работало на западном склоне Уральских гор, по р. Каме и ее притокам, иногда проникая и на восточный склон хребта. В составе такой экспедиции обязательно были управленцы из дворян или служилых людей, иностранные технические специалисты, лекарь, ремесленники, многочисленные работники и военная охрана.

Все усилия были направлены на создание условий иностранным мастерам для проведения пробирных проб руды непосредственно в районах поиска. При этом везли с собой все необходимые компоненты и реактивы для устройства плавильного горна и работы пробирной лаборатории в полевых условиях. Для поиска железа и меди как таковой экспедиции не посылали.

Именно из медной руды, обнаруженной в бассейне р. Печоры в 1491–1492 гг., получили первое российское золото и серебро. В конце XV в. на р. Цильме (левый приток р. Печора) была найдена медная руда. В 1491 г. по приказу Ивана III в эти места направили специальную экспедицию за медной и серебряной рудой. Об этом событии историк Н.М. Карамзин писал: «Сие важное открытие сделало государю величайшее удовольствие. И с того времени мы начали сами добывать, плавить металлы и чеканить монету из своего серебра; имели и золотые деньги, или медали российские» [8, с. 505].

Обнаружил небольшое количество золота в медной руде Григоровского месторождения на Каме и вышеупомянутый рудознатный мастер Джон Ватер. В июне 1618 г. он неоднократно проводил химические опыты в обычной кузнице. Первоначально английский рудознатец безрезультатно плавил медь со свинцом. Во втором опыте, предварительно сплавив медь с серебром, он положил сплав в склянку с «воткой», и появилась «золотая искра», которая тут же пропала. Третий опыт плавки полфунта меди со свинцом на «костяном гнезде» также ничего не дал². И лишь в четвертом опыте из сплава меди и серебра, опущенного в «вотку», получилась «половина

2) Такой способ извлечения золота и серебра при помощи свинцового сплава был известен еще в Древнем Египте. Тогда было открыто избирательное всасывание оксидов свинца (при окислительной плавке чернового свинца на поверхности сосуда из костяной золы).

полуденьги золота» (0,09 гр.). «А что, государь, меди осталось за опытом, и то ему послали мы, холопы твои, 12 фунтов без чети, да что по опыту объявилось золота, и то золото послали» [9, л. 10–14].

Поиски руд на Урале организовывался так же, как и в других районах России. Понимая, что такие сведения можно получить от местного населения, в грамотах наказывалось, чтобы его «не жесточили и разведывали у всяких людей при таких местах ласкою и обнадеживая нашим желанием». В Москву из разных мест присылали известия местные жители, представители различных сословий: стрельцы, приказчики, крестьяне и др. При поверхностном осмотре, где не требовались земляные работы, обследовались естественные обнажения и собирались образцы.

Поисковики использовали опыт многих поколений, позволявший по внешним признакам находить рудные проявления. Значительную роль играло внимательное изучение камней и песка в ручьях и реках, так как близлежащие к поверхности руды размывало потоками. Крупнейшие месторождения меди были открыты по следам древних копей. Разведочные работы производились вручную, для чего применялись лопаты, ломы, кирки, клинья, кувалды и др. На небольших глубинах активно использовались щупы («ронжи») длиной до нескольких метров, с копьеобразным утолщением с бороздками на конце. В поисках широко привлекались лозоходцы.

При необходимости закладывались скважины, шурфы, шахты, дудки, траншеи (рвы), подкопы, штольни. Грунт снимался до твердых пород и рудных выходов. В 1620 г. отрядом А.И. Бартенева при поисках рудных жил, невидимых на поверхности, закладывались шурфы до твердых пород (размером 4 × 4 м, глубиной от 4 до 14 м). От шурфов, в которых была найдена руда, в стороны по направлению рудного слоя копались рвы различной глубины и длины шириной до 4 м [10, с. 55].

В 1645 г. при исследовании медных руд, обнаруженных Максимом и Григорием Стрешневыми, в районе будущего Нижнего Тагила рекомендовалось «копать в глубь теми обычаями, как копали колодези», а для укрепления подземных

ходов использовались «крепь и дрань». Предполагалось «идти подкопами, как мы руды в горах ломаем» и «бить с верху горы шахты, как делается в горах у рудных промыслов» [11, л. 2].

Пробирный анализ применялся преимущественно для определения количества золота и серебра, реже – свинца, олова или меди. Пробирные лаборатории в России были единичны, так как для их работы требовались иностранные специалисты высочайшего класса, специальное оборудование и набор химических составов. До XVIII в. такие лаборатории могли быть при центрах монетного (Денежный двор) и ювелирного (Серебряная палата, Рудознатная палата) производств.

Вместе с тем, как было уже сказано выше, и крупные экспедиции, посланные на поиски драгоценных металлов, фактически создавались для работы небольшой группы специалистов с походной пробирной лабораторией. Так, при поисках серебра в Южном Зауралье в 1669–1673 гг. в геологоразведочных изысканиях участвовали до 3 тыс. человек одновременно [12, с. 149–186]. В основном это были служилые и работные люди, а также 50 мастеров и ремесленников различных специальностей. В «техническое ядро» экспедиции входили рудознатный мастер Х. Дробыш и плавильщики серебра Я. Инсберх и Я. Буд.

Для испытания образцов и проведения опытов имелась походная пробирная лаборатория, а также большое количество различных химических составов, инструментов и приспособлений. Для рудокопных работ везли кайла, ломы, лопаты, кувалды, веревки и 1700 сальных свечей. Для опытов были взяты: вино «двойное» (спирт), 200 ведер уксуса, винный камень, антимоний, квасцы, купорос, киноварь, ртуть, сера, олово, белая глина для тиглей, тигли, кожа для мехов, ступа с пестом и т. д. У места работ была построена крепость, а неподалеку – печь для опытов «на серебро».

В документах сохранилось описание 16 опытов, проведенных в Катайском остроге (современный г. Катайск Курганской обл.) с 15 апреля по 3 июля 1672 г. Все результаты при испытании руд на серебро оказались неудачными. Отсутствие следов серебра позже объяснили тем, что признаки драгоценного металла при предшествующих испытаниях в Москве давал плохо

очищенный свинец, использовавшийся при опытах. Это была ошибка, от которой предостерегал в своих трудах Г. Агрикола.

Горное дело, базирующееся на достижениях точных наук, появилось в Германии. В средневековье эту прикладную отрасль знаний называли «горным искусством», «горной архитектурой», наукой о горном строительстве, основанной на правилах наиболее выгодного извлечения из земли минералов и их последующей обработки. В основе горного искусства лежали знания и достижения других наук: минералогии, геодезии, математики, механики, физики, химии, маркшейдерского дела, пробырного искусства и металлургии.

В России становление горного дела как горного искусства началось с открытия в 1633 г. месторождения медистых песчаников в обнажении берега Камы вблизи д. Григорово. На базе Григоровского рудника заработал первый в России Пыскорский медеплавильный завод (1634–1657 гг.), ставший «полигоном» зарубежных нововведений в гидроэнергетике, выплавке меди, горном деле и углежжении. В его строительстве ключевую роль сыграли 15 саксонцев во главе с Аристом Петцольтом, которые организовали разработку рудных залежей, занимались пуском завода и обучением русских мастеров. При освоении Григоровского месторождения был в полной мере использован немецкий опыт.

В описи этого рудника (1646 г.) подробно показана вся сложная система подземных выработок, включавшая в себя как вертикальные шахты, достигавшие 40 и более метров, так и горизонтальные штреки. На Кужгортском и Григоровском рудниках осуществлялись толчение и промывка руды, для чего были необходимы технические приспособления. Наличие их подтверждает упоминание в описи 1646 г. «мельничной заплоты» в устье ручья (плотины, применявшейся при промывке руды). Опись медного рудника – самый ранний из известных отечественных документов, зафиксировавший маркшейдерскую съемку горных работ. В этой же описи дано древнее название российских инспекторов горного надзора, осуществлявших замеры, – «горного дела целовальники». Присягая

соблюдать государственные интересы при разработке месторождений полезных ископаемых, они целовали святой крест.

Современным горнозаводским актам предшествовали отводные грамоты. Нередко их выдавали за царской подписью. Примером может служить грамота царя Алексея Михайловича от 26 ноября 1658 г. Она разрешала и регламентировала слюдяной и медный промысел в Енисейском уезде предпринимателю А.Т. Жилину. Процедура отвода описана в Отводной записи от 20 июня 1682 г. сына боярского Федора Рукина Долматовскому монастырю на железные руды и уголья. В грамоте предписывалось описать и измерить места с железной рудой, прилегающие уголья и установить межи и грани (границы). В качестве меток на границах необходимо было рыть ямы, а в них помещать для ориентира «нетленные» предметы: камень, бересту и уголь. (Позже при этом руднике возник Каменский железнорудный завод). Так что основные формы деятельности государственного горного надзора имеют глубокие корни.

Создание отечественного горного производства совпало с продолжительной Северной войной (1700–1721 гг.). На медистых песчаниках восточного склона Урала возникают небольшие заводы. В основе производственных отличий Пермских и Кунгурских заводов в 1720–1730 гг. лежала четко выраженная специализация – все они строились и планировались исключительно как медеплавильные. Объяснялось это как большим количеством разведанных меднорудных месторождений, так и характером их залегания.

В отличие от коренных «жильных» месторождений восточного склона Урала, здесь преобладали неглубоко залегающие в осадочных породах небольшие рудные тела – «рудные гнезда», «шифер» по тогдашней терминологии. В XVIII в. их определяли как гнездовые или песочные руды и «флэцы» (от немецкого Flotz – пласт). Здесь не было ни возможности, ни необходимости разрабатывать базовые рудники, снабжавшие заводы сырьем на протяжении десятилетий, а иногда и столетий. Достаточно было в течение нескольких теплых сезонов выгрести все годное в плавку из очередного «гнезда» (или открытым способом раскапывать «флэц»). Для этого не требовались штатные

рудокопщики и набираемые по рекрутскому набору горные ученики: годилась обычная вольная артель.

Со времени генерала Геннина здесь развивался вольный рудный промысел. По форме и по сути его можно считать артельной ступенью частного предпринимательства в горном деле. Это мало напоминало обычный для России путь организации сверху, зато очень было похоже – по крайней мере, внешне – на классический европейский путь развития от артели к мануфактуре и фабрике. Впрочем, артели – рудопромышленные компании – все же играли здесь вспомогательную, подчиненную роль. Пермские казенные, а затем и частные заводы десятилетиями покупали руду у рудопромышленных компаний, а последние почти за столетие предприняли лишь несколько попыток завести собственные заводы.

В начале XVIII в. на Урале в верховьях р. Исети и р. Чусовой был обнаружен ряд крупных коренных месторождений железных и медных руд. Рудознатцы братья Бабины (Сергей, Федор, Родион и Степан) обнаружили почти все известные крупные рудники в окрестностях Екатеринбурга. В 1702 г. Бабины по следам чудских ям было указано вышеупомянутое месторождение медной руды – Гумешки – в верховьях р. Полевой. При разведочных работах на Гумешках по указанию Ф. Бабина крестьяне рыли в семи местах «копани» (шурфы) до 8,5 м в глубину. Образцы богатой руды отправили в Москву в Сибирский приказ. Обнаружив коренные залежи, русские горняки и металлурги впервые на практике столкнулись со свойствами «железной шляпы». В обнаруженной руде медь и железо находились в смешанном состоянии, что вылилось в проблему разделения этих металлов при плавке и поиск соответствующих специалистов.

В начале XVIII в. поиск руд цветных и драгоценных металлов, разработка месторождений, выплавка меди и серебра оставались одними из основных сфер применения иностранного опыта. В это время остро требовались знания по технически грамотному строительству шахт и туннелей, составлению планов и чертежей выработок, откачке воды и т.д. В период Северной войны и петровских реформ приглашение на службу по

контракту иностранцев приняло целенаправленный и массовый характер. В горной отрасли прочно закрепились саксонцы и немецкое «горное искусство».

Петр I на самом высоком уровне лично занимался поиском горных мастеров. В 1698 г., находясь в гостях у курфюрста Саксонии Августа II Сильного, русский царь «дружесбно требовал» помощь в обеспечении горными управителями и мастеровыми людьми. Для этого у него имелся список необходимых «горных художеств персон».

Восемь первых горных специалистов, набранные в Саксонии по просьбе Петра I, выехали в Россию в 1699 г. Среди них были рудоплавный мастер Иоганн Лоренц, «горный рубитель» Иоганн Ганн, рудокопный мастер, «что в ямы лазит», Иоганн Эндерлейн, рудокопатель Михаил Лоренц, рудоискатели Г. Лангер и Еремей Блешмит, лозоходец Христиан Барт, «опытный» мастер Иоганн Блиер. Основная задача И. Блиера заключалась в обучении русских учеников пробирному мастерству. В России И. Блиер в качестве опытного (испытывающего руды. – *Е.К.*) мастера возглавил группу горных и плавильных мастеров в структуре формирующегося Рудного приказа. В 1701 г. уже сам И. Блиер завербовал в Саксонии плавильщика серебра Вульфа Циммермана, испытателя серебра Якова Френтеина, горных дел мастера и лозоходца Георгия Шмидта, «рубителя гор» Гавриила Шинфилдера. Мастеров отпустили с разрешения короля под присмотр И. Блиера по договору сроком на два года.

В 1719 г. по призыву А. Любераса на российскую службу прибыли берграт Мартин Михайлис, бергмейстер Рыхтер, серный мастер Иоганн Дефель, борстегер (ищущий руду буром. – *Е.К.*) Когс, плотники для рудокопного строения и изготовления мехов, «горные кузнецы» (инструментальные мастера. – *Е.К.*). Для кунгурских заводов требовались 3 рудоискателя, работающие в «шифере», 2 штейгера, умеющие правильно разрабатывать рудники, 2 мастера, знающие искусство разделения меди и серебра, 2 медеплавильщика, 1 искусный чертежник. От М. Михайлса были получены дополнительные сведения, где в Саксонии находились нужные специалисты.

Типичный для того времени договор-контракт подписали в Берг-коллегии берграт М. Михаэлс и иностранный мастер И. Ланг в 1720 г. Он состоял из 10 следующих пунктов: служить штейгером 5 лет, обучать мастерству понятливых, получать оклад 2 руб. в неделю, повышение за принесенную пользу, поощрение за нововведения и свободу в их реализации, свободное отправление веры, казенные подводы в поездках, квартиры и дрова, при желании продолжение службы после оговоренных 5 лет.

Первые саксонцы (лозоходец Г. Шмидт, квасцовый мастер Х. Франк, переводчик-рудознатец П. Привцын), выехавшие вместе с И. Блиером, побывали на Урале в июле – октябре 1705 г. Они обследовали руды в Верхотурском уезде, побывали в Тобольске и на Уктусском заводе, откуда отправились для проверки месторождений медной руды, обнаруженных Ф. Бабиным и И. Шиловым. По итогам этой поездки И. Блиер в приказе Рудных дел подал письмо, где говорилось, что в прилегающих к горам уездах есть немало признаков медной, серной, купоросной, квасцовой и других руд. По его мнению, чтобы получить какой-либо заметный результат в производстве, были необходимы искусные горные люди и не менее 4–5 лет.

30 июля 1711 г. из Рудного приказа на Урал на Уктусский завод уже для организации выплавки меди были посланы дзорщик (горный мастер) И. Патрушев, мастерские люди (опытчик Ф. Кошурин, плавильщики А. Долгоносов и С. Аврамов), ученики (Г. Беляев, И. Свешников, Ф. Запутряев, С. Щелкунов, Я. Семенов, А. Юкка), инструментальный мастер И. Рудаков, ученики-иноземцы С. Печь, П. Привцын. Некоторые из них числились в штате Рудного приказа. С 1713 г. на Уктусском заводе началась выплавка меди и, соответственно, добыча руды в промышленных масштабах.

В первые десятилетия XVIII в. заводчики пытались приспособиться к смешанному характеру уральских руд в коренных месторождениях, «состоящих из бурого и отчасти магнитного железняков, тесно соединенных с красной медной рудой...» [13, с. 563]. Сказывалось и отсутствие квалифицированных мастеров, умеющих разделить в плавке медь и железо, в

частности, на казенном Уктусском заводе и на медеплавильных заводах Демидовых. В.И. Геннин неоднократно писал: «Только у нас на тех заводах таких мастеров не обретается, которые бы могли ту медь с железом разделить, для того, что та медная руда пополам с железною рудою, а хотя мы пробу чиним, только меди с железом разделить не можем и железо выжигаем с великой трудностию» [14, с. 46].

Характер рудозалегания влиял на размещение производства. Не разрешалось изготавливать железо на медеплавильном заводе, а, встречающуюся среди медной железную руду, следовало возить на железные заводы. В медистых песчаниках железо отсутствовало, там не было необходимости строить поблизости чугуноплавильные заводы. При коренных месторождениях смешанного характера заводчики были вынуждены строить одновременно медеплавильный и чугуноплавильный заводы. Так, в 1722 г. на р. Вые Демидовы запустили медеплавильный (Верхневыйский) и чугуноплавильный (Нижневыйский) заводы, использовавшие полиметаллическую руду Высокогорского рудника.

По той же причине медная руда добывалась как открытым способом, так и с помощью шахт, которые могли иметь вертикальный или наклонный ствол. Техника устройства шахт в 1719 г. на Полевском руднике была традиционной: рылась шахта, в которую опускались деревянные срубы, над ними устраивались помосты с ручными, конными или гидравлическими воротами. Шахты делились на два, реже на три отделения. По первому производился подъем руды и спуск материалов, по второму – рабочих. Добытую руду и горную породу доставляли по горным выработкам в тележках, тачках, мешках. Предпочтение при добыче с помощью шахт отдавалось зимнему периоду, «когда земля крепкою станет». Разработка и эксплуатация месторождения требовали определенных методов измерения горных выработок, т.е. выделения маркшейдерских работ в самостоятельную область горного дела.

Одним из важных факторов при разработке рудных месторождений является мощность рудных тел. В средневековье разделяли мощные и тонкие жилы. К мощным жилам относили

все рудные тела от 15 см до 1,5 м и более. К тонким – от 4–5 см до 10–15 см. После того, как руда была найдена и месторождение разведано, горняки выбирали место заложения рудника, производился землеотвод, и приступали к подготовке для проведения горных работ. При выборе места для закладки рудника рекомендовалось обращать внимание на характер местности, растительный покров, присутствие воды и состояние дорог, климатические условия, собственника земель, наличие рабочей силы и возможности ее обеспечения. От этих условий во многом зависела себестоимость добытой руды и успех горного предприятия.

Обязательным этапом обработки добытой руды перед отправкой ее в плавильную печь был процесс обогащения или устранения лишних примесей. В то время были известны следующие методы обогащения: дробление, сортировка, размалывание, промывка и обжиг. Большим достижением явилось введение в Европе в XV–XVI вв. толчей, причем за мокрым дроблением руды в толчее следовало измельчение, промывка и окончательное извлечение руды.

Как упоминалось выше, первую в России толчею с гидроприводом использовали в середине XVII в. на Григоровском месторождении. Рудная толчея становилась обязательным гидротехническим устройством на медеплавильных заводах в начале XVIII в. После промывки руду складывали в кучи, перекладывали дровами и поджигали. Цель обжига состояла в высушивании руды и удалении из нее вредных примесей. Нередко руду обжигали многократно. Богатую серой медно-колчеданную руду Ежевского рудника обжигали один раз у места добычи и два раза на заводской площадке Рудянки [15, с. 47]. После обогащения процентное содержание металла в руде увеличивалось.

Горнякам под землей постоянно приходилось обеспечивать вентиляцию штолен и бороться с водой, заливающей горные выработки. Вода была первостепенной проблемой, ограничивающей доступ к глубинным залежам ископаемых. Именно в это время на Урале происходило внедрение освоенных в Европе новшеств через иностранцев: откачка воды с помощью насосов и разрушение породы с помощью черного пороха. Удалось

обнаружить первые документальные свидетельства о применении этих эпохальных изобретений в России.

В Европе насосы применяли еще в XVI в. В России их впервые применил греческий мастер А. Левандиан «с товарищи». По пути в Нерчинск в 1697–1698 гг. они задержались на р. Каштак, проверяя сведения о серебряной руде. При углублении подкоп интенсивно заполнялся водой, и А. Левандиан «по своему учению» организовал отвод воды: «одну избу поставил на выходе (из подкопа. – *Е.К.*), а другую над насосами». Таким образом, в системе водоотвода были установлены поршневые всасывающие насосы – «хлебать воду беспрестанно днем и ночью» [16, л. 67 об.]. На Олонце с самого начала горных работ в 1702 г. упоминается насосный мастер, а в 1705 г. была закуплена кожа «для насосных замков» (клапанов. – *Е.К.*).

Чем большей глубины достигали рудники, тем нужнее становилось устройство насосных станов. Из многочисленных насосов создавалась целая водоподъемная система. Первоначально высоту, до которой можно было поднять одним столбом (или в одном ставе), достигала не более 10 м. Далее вода выливалась в водосборный ящик, откуда она поднималась следующим насосом и так далее. Поскольку шахты обычно глубоки для одного насоса, то их устраивали помногу, один над другим, сколько было необходимо для откачки воды из самой дальней штольни. Для использования этого способа требовалось значительное пространство, весьма сложная система насосных шестов, соединяющих поршни и центральную насосную штангу [17, с. 386–411].

Для разрушения породы в шахте впервые использовали черный порох в 1627 г. в Банска-Штьявице на территории современной Словакии. В России применение пороха в рудниках началось не позже 1707 г. Имеются упоминания 1706 г. о выдаче денег на покупку пороха для горных работ и о «ломке» руды порохом на Кончезерском медеплавильном заводе. В 1707 г. большое количество запрещенного для провоза пороха обнаружили кунгурские таможенники в обозе предпринимателя Ф. Молодого, везшего его на Урал «для розрыву в подкопах рудных гор» [18, л. 1–3].

Железную руду из-за ее доступности и экономических соображений добывали исключительно открытым способом. Поиск и добыча болотной руды были хорошо освоенными операциями в регионах, где традиционно занимались железодельным промыслом, (например, Устюжна Железнопольская в северо-западной части России). Наличие в болоте железной руды определялось при помощи березовой коры. Кора опускалась в болото и, если в нем имелась железная руда, то железо разъедало всю наружную поверхность до внутренней гладкой кожицы. В зависимости от места, где бралась руда, иногда определялся и ход плавки. Так, у жителей Белоозера и Устюжны считалось, что «руда, отысканная под березняком и осинником, почиталась лучшей, потому что из оной железо бывает мягче <...>, а под ельником жестче и крепче» [19, с. 89].

Болотная (озерная, дерновая, луговая) руда залежала слоями толщиной до 30 см. Ее добывали открытым способом на месте исчезнувших озер и болот или со дна с помощью плотов. Болотную руду начинали копать в августе, промывали, около двух месяцев сушили, дробили и потом обжигали на кострах, что в некоторой степени способствовало восстановлению оксидов железа, удалению воды и вредной при плавке серы. В дальнейшем обожженную и обогащенную руду осенью, часто по санному пути, доставляли к месту плавки.

Начало разработки болотной железной руды на Урале связано с деятельностью солезаводчиков Строгановых. Солеварение требовало большого количества железа для изготовления массивных емкостей (цренов), предназначенных для выпаривания рассола. Впервые выплавка кричного железа крестьянами зафиксирована в Приуралье в 1623–1624 гг. На восточном склоне Урала точно известно только одно месторождение в районе бывшей Рудной слободы (ныне с. Рудно Ирбитского района Свердловской обл.), ставшее на долгое время источником для Невьянского рудного железного дела (в 1631–1670-е гг. для Ницинского завода – первого российского металлургического предприятия).

При добыче железной руды предпочитали использовать открытый способ: рвы или карьеры. Привлечение значительного количества людей позволяло снимать большое количество

поверхностного грунта, прикрывавшего руду. Широкое применение карьеров обуславливалось относительно низкими затратами на оборудование карьеров и более высокой, чем при шахтной добыче, производительностью труда горнорабочих. «Вскрыша» карьеров велась с применением плугов для разрыхления почвы, лопат, кайл и ломов и осуществлялась артелями рабочих, грузивших землю в телеги. Удалив поверхностные слои почвы, приступали к выемке руды. Выемка велась уступами, высотой от 2 до 10 м. Подъем руды производился лошадьми по наклонным съездам. Несмотря на большое содержание железа в магнитном железняке (до 70%), рудоплавильщики столкнулись с неэффективностью его выплавки во время опытных плавок руды в сыродутных печах. Магнитную руду использовали при выплавке железа в качестве добавок с начала XVIII в., но освоить прибыльное получение железа исключительно из нее удалось лишь в XIX в.

Заключение

В процессе поисков под влиянием иностранного и отечественного опыта, уровня технологического развития того времени, геологических особенностей залегания руд формировались методы выявления, испытания и добычи руд. Золото и серебро искали в медной руде крупными геологоразведочными экспедициями, так как не были знакомы с россыпными и коренными месторождениями золота. В отличие от поиска и эксплуатации железорудных месторождений, при разработке руд драгоценных металлов еще с XV в. отмечено активное привлечение европейских знаний.

В России становление горного дела как горного искусства началось с открытием в 1633 г. месторождения медистых песчаников при котором возник Пыскорский медеплавильный завод. В организации добычи руды с помощью сложной системы горных выработок был использован саксонский технологический опыт. На коренных месторождениях Урала из-за сложного горного рельефа и глубины залегания медная руда извлекалась с помощью системы горных выработок. Именно с добычей меди связано внедрение в горном деле рудотолчей, насосов

для откачки воды и подачи воздуха, пороха при буровзрывных работах. Добыча железной руды стала массовой с начала XVIII в., она велась открытым способом. Характерные для Среднего Урала полиметаллические руды, содержащие медь и железо, стали серьезной проблемой для металлургии в начальный период промышленного освоения края и повлияли на географию размещения производства.

Источники и литература

1. Диффузия технологий, социальных институтов и культурных ценностей на Урале (XVIII – начало XX в.) / отв. ред. Е.В. Алексеева. Екатеринбург, 2011. 405 с.
2. *Бабич В.К.* и др. Основы металлургического производства (черная металлургия). Москва, 1988.
3. *Фирсов В.Я., Мартынов В.Н.* Медь Урала. Екатеринбург, 1995.
4. *Черных Е.Н.* Каргалы. Забытый мир. Москва, 1997.
5. *Рыкус М.В.* Уральский древний океан и медноколчеданные руды Башкортостана // Башкирский край: сб. статей. Уфа, 1996. Вып. 6.
6. Российский государственный архив древних актов (РГАДА). Ф. 365. 1618 г. № 1.
7. РГАДА. Ф. 151. Оп. 1. Д. 13.
8. *Карамзин Н.М.* История государства Российского Москва, 1998. Кн. 2. Т. 4–6. 665 с.
9. РГАДА. Ф. 365. 1618 г. № 1.
10. *Кузин А.А.* История открытия рудных месторождений до середины XIX в. Москва, 1961.
11. РГАДА Ф. 214. Оп. 3. Д. 837.
12. *Курлаев Е.А., Манькова И.Л.* Освоение рудных месторождений Урала и Сибири в XVII в. Москва, 2005.
13. *Колтовский Г.* Медеплавильное производство Нижнетагильских заводов господ Демидовых // Горный журнал. 1848. Ч. 2.
14. *Геннин В.* Уральская переписка с Петром I и Екатериной I. Екатеринбург, 1995.
15. Горный журнал. 1840. Ч. 4. Кн. 10.
16. РГАДА. Ф. 199. Оп. 1. Д. 393.
17. О насосах, употребляемых к подъему воды из рудников // Горный журнал. 1833. Ч. 3. Кн. 12.
18. РГАДА. Ф. 214. Оп. 5. Д. 1355.
19. *Севергин А.Н.* О железодельных промыслах в Новгородской губернии // Технологический журнал. 1812. Т. 9. Ч. 4.