

V. Полезные ископаемые

С.Ш. Юсупов

КАОЛИНЫ ЮГО-ВОСТОКА БАШКОРТОСТАНА — БУДУЩАЯ КРУПНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА АЛЮМИНИЕВОЙ ОТРАСЛИ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ

ИЗУЧЕННОСТЬ И ПРИРОДА МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕГИОНА

В степной зоне юго-востока Башкортостана давно известны большие поля развития рыхлых отложений мезо-кайнозойского возраста. В Баймакском районе это Сагыл-Узякская площадь; в Хайбуллинском районе — Переволочанская, Сидоровско-Сакмарская, Бурибай-Макан-Зирганская и Петропавловская площади, покрывающие долину реки Таналык.

По данным П.Л. Безрукова и А.Л. Яншина [1934], мезо-кайнозойские отложения Таналыкской депрессии представляют собой мощный переотложенный материал денудации коры выветривания пород с двух ближайших горных гряд: на западе это докембрийские метаморфические породы преимущественно гранат-мусковит-кварцевого состава и ультраосновные породы меланжевой зоны Главного Уральского разлома, а на востоке — палеозойские вулканогенно-осадочные породы, в основном представленные пироксен-плагиоклазовыми порфиритами Ирндыкского хребта. Тогда же, на основе изучения валунно-галечно-песчаного материала юрских отложений Таналыкской депрессии этими авторами было показано, что доля переносимого временными водными потоками материала с запада резко преобладала над материалом, переносимым с востока. В северной части депрессии, в междуречье рек Бузавлык и Таналык, эти отложения образуют крупную Петропавловскую площадь развития каолиновых глин с лучше изученным и ниже описываемым месторождением Юбилейное—2 в центре.

В годы проведения глубинных (до 500—1300 м) поисков медно-сульфидных руд на Петропавловской площади (1965—1982 гг.) рыхлые мезо-кайнозойские отложения с поверхности до глубин 100—230 м были пробурены большим количеством скважин, но керн сохранился лишь по немногим из них. Специально на огнеупоры, либо на алюминиевое сырье глины не изучались.

В 1982—1995 гг. в процессе изучения кварцевожильных месторождений, связанных с породами максютовского комплекса на западе, с одной стороны, и минерального состава гравийно-песчаной фракции мезо-кайнозойских каолиновых глин Переволочанской и Петропавловской пло-

щадей, с другой, автор убедился в справедливости выводов вышеупомянутых исследователей. Более детальное изучение минерального состава песчаной фракции каолиновых глин Юбилейного—2 месторождения в последние годы снова показало постоянное присутствие в них: бесцветных слабо окатанных зерен кварца, чешуек мусковита, хромита, рутила, циркона, граната и дымчатого турмалина, присущих для протерозойских пород максютовского комплекса и явно подтверждающих значительный снос материала с запада. В то же время в глинах Юбилейного—2 месторождения, особенно в нижних его горизонтах, постоянно присутствуют небольшие количества вовсе не подверженных истиранию микродвойников и монокристалликов (0,02—0,2 мм) хромита, а также множество микрокристаллов пирита и халькопирита, характерных для метасоматически измененных базальтоидов, вмещающих сульфидные Cu—Zn рудные тела собственно Юбилейного месторождения. Таким образом, выявляется полигенная природа песчаных глин участка Юбилейного—2 месторождения: с одной стороны, очевиден привнос сюда материала с западных и восточных разрушающихся гор и, с другой, присутствие местного источника, связанного с корой выветривания окolorудных метасоматитов верхних горизонтов основного месторождения.

Вообще мезо-кайнозойские отложения региона остаются слабо изученными на алюминиевое и другие виды сырья за исключением Переволочанской площади и участка Юбилейного месторождения.

Следует особо отметить тот факт, что каолиновые глины Юбилейного—2 месторождения, содержащие в себе заметные количества (см. табл.) названных выше рудных минералов, представляют собой новое, нетрадиционное для Башкортостана, весьма важное комплексное сырье, то есть объект, допускающий организацию здесь крупного глиноземного производства и выпуска ряда другой попутной продукции, а также извлечения из глин золотоносных и медистых сульфидов. Ниже дается краткая характеристика месторождения и укрупненная стоимостная оценка основных минеральных его составляющих, представляющих интерес прежде всего для планирования в ближайшие годы поисково-разведочных работ на Петропавловской площади (доизучения ее) и обоснования инвести-

рования других проектов, связанных с необходимостью строительства в этом регионе нового горно-металлургического комплекса [Юсупов и др., 1998; Юсупов, 2002].

МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАОЛИНОВ ЮБИЛЕЙНОЕ—2
(КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ. РЕСУРСЫ И ОЦЕНКА СТОИМОСТИ СЫРЬЯ)

Административное положение: Россия, Приволжский округ, Республика Башкортостан, Хайбуллинский район (центр — с. Акъяр). Географическое положение: Южный Урал, предгорно-степная зона, междуречье рек Бузавлык и Таналык; ближайшие ж. д. станции: Сара — 80 км, Сибай — 90 км, аэропорт и с. Акъяр — 35 км, рабочий поселок Бурибай — 20 км; в радиусе 2–8 км: с. Петропавловское, с. Хворостянское, Таналыкское водохранилище, газопровод, ЛЭП, асфальтированное шоссе Уфа — Акъяр.

Месторождение каолинов Юбилейное—2 представлено песчанистыми белыми глинами верхнеюрско-неогенового (J–N₂) возраста, плащом (мощность 30–100 м и более), покрывающими более древние (S₂–D₃) породы, верхние зоны которых тоже превращены в каолиновые коры выветривания триасового возраста (до 30 м). Общая каолиноносная Петропавловская площадь составляет ~12×5 км; в средней ее части (4×2 км) расположено наиболее освещенное бурением (в процессе разведки Юбилейного Cu–Zn месторождения) Юбилейное—2 месторождение каолинов, ныне до глубины 70 м вскрытое карьером диаметром ~1 км (как породы вскрыши собственно Юбилейного месторождения). На 1.01.2003 г. из карьера добыто и складировано в отвал более 170 млн. тонн белых песчанистых каолиновых глин.

В 1995–1996 гг. качество указанных глин изучалось сотрудниками ИГ УНЦ РАН и БИМСа (по керну ряда разведочных скважин ОАО «Башкиргеология», по пробам из карьера и ближайших обнажений) на огнеупорное сырье; содержание каолинита в породе колебалось от 30 до 80%, в среднем составило 55,4%.

В 2002 г. автором обобщены и переоценены материалы ряда геолого-съемочных и разведочных работ, а также собственные данные по небокситовым и бокситовым рудам, в том числе, связанным с ними минеральным примесям (хромит, рутил, циркон, золото-платиноносные сульфиды и др.), широко распространенным в Хайбуллинском районе РБ. Результаты их изложены в докладе на региональной Саратовской конференции [Юсупов, 2002]. Они свидетельствуют о том, что в данном районе Башкортостана сосредоточены весьма крупные (многомиллиардные) ресурсы небокситовых алюминиевых руд, находящихся в благоприятных географо-экономических, простых геологических и хороших горно-технических условиях.

В этом можно убедиться из приводимой ниже таблицы по лучше изученной Петропавловской площади, составляющей лишь около 1/3 площади развития каолиноносных глин в Хайбуллинском районе.

В таблице приводится укрупненная авторская оценка запасов и ресурсов каолиновых алюминиевых руд: в объеме карьера (категория С₂), месторождения (категория Р₁) и всей Петропавловской площади (категория Р₂). Кроме каолинита они постоянно содержат (суммарно до 1–2%): сульфиды железа и меди, рутил, хромит и циркон, которые легко извлекаются гравитационным методом в соответствующие концентраты. Для сульфидов по данным единичных микрозондовых анализов наиболее интересны содержания благородных и редких элементов: в медистых пиритах — Au 0,5–13 г/т, Pt 0,04–0,22 г/т; в халькозинах — Ag (среднее) 0,27%, Pt 0,36%, Pd 0,33%, Cd, Se и Te.

Таким образом, на Петропавловской площади сосредоточены уникальные ресурсы только одного алюминия, оцениваемого в 135,4 млн. тонн на сумму в 169,2 млрд. долл. США, в экономически благоприятных условиях по многим параметрам.

Эта стоимость, в частности, более чем в 10 раз выше суммарной стоимости металлов всех разведанных глубокозалегающих сульфидных месторождений Хайбуллинского района, которая составляет 15 млрд. долл. США [Юсупов и др., 1998]. Примечательно, что даже стоимость глинозема (8 млрд. долл. США) в объеме карьера, намечаемого к расширению и углублению действующего, больше половины указанной стоимости металлов медноколчеданных месторождений района. Поэтому рекомендации, предложенные нами ранее — в 1995, 1997, 1998 и 2002 гг., ныне приобретают весьма важное государственное значение.

Однако каолиноносные отложения Петропавловской площади требуют, во-первых, проведения геологического (объемного) картирования, то есть поисков бурением до глубины 100–250 м и комплексного технологического исследования; во-вторых, экономически это будет значительно более выгодным в том случае, если сырье будет обогащено и переработано на глинозем серно-кислотным способом параллельно с металлургией сульфидных медно-цинковых руд собственно Юбилейного и других детально разведанных колчеданных месторождений района, как уже предлагалось автором [Юсупов, 2002]; в-третьих, еще больший экономический результат принесет максимальное комплексное извлечение всех полезных минералов, химических элементов и «балластных» компонентов руд. А это возможно только при условии создания в районе крупного горно-металлургического комплекса нового типа, объединяющего не только медно-цинковую, но и алюминиевую отрасли цветной металлургии.

Оценка ресурсов и стоимости каолиновых руд месторождения Юбилейное–2 (ЮБЛ–2)

| № п/п | Расчетные параметры | Ед. изм. | Петропавловская площадь | в т.ч. в карьере ЮБЛ–2 | |
|-------|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | | намечаемом (расширенн.) | в контурах действ. к-ра |
| 1 | Площадь средняя | кв. км | 60 (12×5 км) | 5 (3×2,5–1,5 км) | 0,53 диаметр 1 км |
| 2 | Мощность средняя | м | 40 | 80 | 70 |
| 3 | Горная масса | млн. м ³ | 2400 | 400 | 37,366 |
| 4 | Плотность пород | т/м ³ | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| 5 | Масса породы | млн. т | 5520 | 920 | 86 |
| 6 | Каолинита в породе | % | 30 | 55,4 | 55,4 |
| 7 | Масса каолинита | млн. т | 1656 | 510 | 47,6 |
| 8 | Al ₂ O ₃ в каолините | % | 39,5 | 39,5 | 39,5 |
| 9 | Масса Al ₂ O ₃ (глинозема) | млн. т | 654,1 | 201,4 | 18,8 |
| 10 | Содерж. Al в глиноземе | % | 20,7 | 20,7 | 20,7 |
| 11 | Масса Al, металл. | млн. т | 135,4 | 41,7 | 3,89 |
| 12 | Цена Al (рыночная) | \$ за 1 т | 1250 | 1250 | 1250 |
| 13 | Стоимость Al металл. | млрд. \$ | 169,2 | 52,2 | 4,8 |
| 14 | Стоимость глинозема по цене \$40 за 1 т | млрд.\$ | 26,1 | 8,0 | 0,75 |
| 15 | Изученность ресурсов | катег. | P ₂ | P ₁ | C ₂ |

Следует отметить, что песчаные глины этой площади, кроме каолинита, содержат другие ценные компоненты, попутное извлечение которых в процессе водно-гравитационного обогащения, а также на химико-технологическом этапе переработки на глинозем, гарантировано. Они предварительно оцениваются в следующих количествах и стоимостном выражении.

Щелочные компоненты глин. Так, сумма окислов K₂O+Na₂O (по 28 валовым пробам) составляет в среднем 2,06%, в том числе K₂O 1,34% и Na₂O 0,69%. При этом в верхних слоях глин (глубины 6–37 м) сумма щелочей выше и равна 2,45%, в том числе K₂O 1,72% и Na₂O 0,73%, тогда как на глубинах 40–57 м сумма K₂O+Na₂O = 1,34% (в том числе K₂O 0,71% и Na₂O 0,63%). Выявленная зональность позволяет вести селективную добычу глин и корректировку технологических процессов при переработке их на глинозем и попутно получаемые товарные продукты: калиевые минеральные удобрения (K₂SO₄) и соду (Na₂CO₃). Провести стоимостную оценку последних в настоящее время не представляется возможным. Это станет возможно после специальных лабораторных исследований и, по-видимому, покажет значительные (ориентировочно в виде товарного сульфата и карбоната натрия — не менее 1 млрд. долл. США) цифры.

Рудные минералы. В песчаной тяжелой фракции глин рудные минералы легко диагностируются визуально и оптически, выделяются в отдельные концентраты и уверенно оцениваются количественно путем сравнения минералогических и химических анализов.

Рутил. Среднее содержание TiO₂ в глинах по 28 ядерным пробам составило 0,95%. Это значение

близко к среднеминералогическому содержанию рутила (размеры зерен 0,1–0,5 мм), ~0,70. Учитывая, что часть TiO₂ очевидно адсорбирована глиной, извлечение его будет несколько ниже. Поэтому количество товарного концентрата рутила (введя коэффициент понижения = 0,7) принимаем = 0,6. В намечаемом к расширению Юбилейном карьере из общей массы песчано-глинистой породы в 920 млн. т (см. табл.) возможно получение товарного концентрата рутила в количестве: 920×0,006 = 5,52 млн. т. При цене 1 т рутилового концентрата \$450 за 1 т, стоимость его составит: 450×5,52 = 2,48 млрд. долларов США.

Хромит. Содержание хромита (размер зерен 0,1–0,5 мм) в тяжелой фракции глин колеблется в пределах 0,1–0,5% и в среднем составляет 0,15%. Химические анализы дают содержания Cr₂O₃ в пределах 0,03–0,2%, (по 21 пробам 0,12%) но эти значения занижены вследствие трудной растворимости частиц хромита FeCr₂O₄ кислотами. С учетом сказанного среднее содержание хромита в товарном концентрате принимаем по данным минералогических анализов, то есть равным 0,15%. Тогда общее количество его составит: 920×0,0015 = 1,38 млн. т. При цене 1 т хромита (с содержанием Cr₂O₃ = 45%) 100 долл./т общая стоимость товарного хромитового концентрата составит 138 млн. долл. США.

Циркон. Содержание циркона (размер зерен 0,05–0,2 мм) в тяжелой фракции проб колеблется от 0,05 до 0,2%, в среднем составляя 0,1%. Общее количество циркона определяется в количестве: 920×0,001 = 0,92 млн. т. При содержании Zr в ZrSiO₄ = 49,5% количество металлического циркона составит 0,92×0,495 = 0,4554 или 455,4 тыс. т. При цене 1 т металлического циркона \$ 205 стоимость его определится в 93,3 млн. долларов США.

Сульфиды. В тяжелой фракции проб песчанистых глин постоянно присутствуют сульфиды. Резко преобладает пирит, проявленный в виде хорошо образованных почти не измененных монокристалликов (0,1–0,5 мм), реже встречаются халькопирит и халькозин. Количество сульфидов в глине варьирует от 0,1 до 1% и в среднем составляет 0,3%. Сульфидный концентрат содержит в среднем: Cu 0,34%; Zn 0,21%; Au 1,35 г/т, Ag 17 г/т. В пробах глин постоянно обнаруживаются медь и цинк, в среднем составляя 0,08 и 0,008%. Таким образом, сульфидный концентрат из глин, легко выделяемый при промывке, представляет практический интерес как дополнительный источник меди и благородных металлов, в том числе Pt и Pd (содержание последних в глине 0,22 г/т и 0,04 г/т); и связаны они, как и Au и Ag, с сульфидами: с пиритом, халькопиритом и халькозином, а также с прослойками плотных железистых песчаников в глинах.

Итак, в процессе водно-гравитационного обогащения глин из расширенного Юбилейного карьера в тяжелой фракции сконцентрируется сульфидов $920 \times 0,03 = 2,76$ млн. тонн. Укрупненная количественная и стоимостная оценка в этом концентрате основных (Cu, Zn) и благородных (Au, Ag, Pt, Pd) металлов, основанная на анализах и введении коэффициента извлечения = 0,7, показывает возможность получения из них товарных: меди 9,4 тыс. т., цинка 5,8 тыс. т. и значительных количеств Au, Ag, Pt, и Pd, всего на сумму $(9,85 + 0,28 + 37,26 + 0,56 + 12,14 + 9,7) = 69,8$ млн. долларов США.

Таким образом, кроме уже оцененного товарного глинозема (см. табл.), суммарная стоимость ожидаемой дополнительной товарной продукции из глин: сульфатов, карбонатов, концентратов ценных рудных минералов, а также извлекаемых из сульфидов благородных металлов, определяется цифрой в $(\sim 1000 + 2480 + 138 + 93,3 + 956 + 69,8) = 4737,1$ млн. = 4,7 млрд. долларов США.

В итоге суммарная стоимость товарного глинозема и попутно получаемых рудных минералов и металлов в объеме намечаемого расширенного Юбилейного карьера определяется в $(8,0 + 4,7) = 12,7$ млрд. долларов США.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРЕРАБОТКЕ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН НА ГЛИНОЗЕМ СЕРНОКИСЛОТНЫМ СПОСОБОМ

Как известно, применение кислотных способов получения глинозема из каолинов, как и других видов высококремнистого алюминиевого сырья, требует освобождения от «балластного» кремнезема в самом начале процесса обогащения [Лайнер и др., 1978]. Как показали исследования песчанистых глин Юбилейного—2 месторождения, они относительно легко обогащаются водно-гравитационным способом. При этом хорошо отделяются песчано-гравийная и иловая (для кислотной переработки)

фракции сырья, в том числе с выделением из первой ценных минералов: рутила, хромита, циркона и сульфидов в отдельные концентраты.

Следует отметить, что ни в СССР, ни в СНГ месторождения высококремнистого каолинового сырья до сего времени промышленно не осваивались алюминиевой отраслью цветной металлургии главным образом из-за технологических сложностей получения кондиционного концентрата глинозема.

Между тем, еще А.И. Лайнером с соавторами [1978, 1982 и др.] «были положительно решены наиболее сложные вопросы, возникшие при получении глинозема из алюмосодержащего сырья кислотным способом», в том числе с попутным получением растворов «сульфата алюминия и квасцов в качестве коагулянтов для очистки питьевых и промышленных вод».

Обстоятельными исследованиями Е.С. Лаптевой и др. [1981] установлено, что каолинит, предварительно механически активированный (растертый в центробежно-планетарных мельницах) в воздушной среде в течение 30–60 мин. при атмосферном давлении и температуре 90°C эффективно разлагается 20% раствором серной кислоты с образованием в осадке гидросиликагеля, который после термической обработки для удаления воды превращается в товарные формы силикагеля. При этом степень извлечения алюминия в раствор составляет не менее 95%.

Б.М. Равич и др. [1988] пишут, что реализованный в промышленности способ переработки нефелина путем спекания его с известняком является сдерживающим фактором для полного вовлечения кольского нефелина в народное хозяйство. Поэтому ПО «Апатит» предлагает принципиально новое решение этой проблемы, а именно применение кислотных методов, которые «позволяют относительно просто осуществить селективное разделение трудно растворимого кремнезема от глинозема» (исключив применение известняка). Наиболее оптимальной авторы считают применение 70–76% серной кислоты и температуру 150°C, что приводит к дегидратации кремниевой кислоты и меньшему переходу SiO₂ в раствор в коллоидной форме. Это снижает вязкость раствора и уменьшает условия фильтрации; обеспечивается наибольшая степень извлечения в раствор Al₂O₃ и щелочей, составляющая 94–97%. Кроме того, при сернокислотном способе разложения породы выделяется значительное количество тепла».

В США имеются многочисленные, в том числе крупные и очень крупные месторождения каолиновых глин, многие из которых разрабатываются с 60-х годов на алюминий. Таково месторождение Лата (в штате Монтана) с очень крупными запасами (475 млн. т) каолинита и галлуазита (с содержанием Al₂O₃ 20–22%) палеогенового возраста, которыми снабжаются алюминиевые заводы компании «Анаконда» [Дубровская, Огородникова, 1970].

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БОЛЕЕ КРУПНОГО КАРЬЕРА НА ЮБИЛЕЙНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Автором уже сообщалось [Юсупов, 2002] о том, что такого уникального случая, когда на одной площади, как на Юбилейном месторождении в Башкортостане, сосредоточены крупные запасы Cu–Zn руд и очень крупные ресурсы Al руд, к тому же находящихся в благоприятных географо-экономических и горно-технических условиях, в геологической практике не было. Важно и то, что ни одно из многих разведанных колчеданных месторождений Хайбуллинского района пока еще не вскрыто, не подготовлено и не готово к выемке. Исключение составляет лишь Юбилейное Cu–Zn месторождение, для отработки верхних горизонтов которого ныне проходится карьер проектной глубиной 320 м. А это значит, что налицо редкая возможность «начинать с нуля» взвешенное проектирование и строительство крупного (5–7 млн. т/год) многоотраслевого металлургического комбината цветной металлургии, рассчитанного на выпуск всего комплекса основных (Cu–Zn), благородных (Au, Ag, Pt, Pd и др.), редких элементов (Se, Te, Cd, Zn, As, Sb, Ga, Hg, Re, I), железа, серы и особенно серной кислоты для переработки каолинов Юбилейного–2 месторождения на глинозем, на Al и многие другие попутные продукты, а следовательно весьма рентабельного, почти безотходного и экологически чистого многоцелевого производства.

В ходе предпринятого нами в последнее время нового анализа и обобщения печатных работ предыдущих исследователей, касающихся Юбилейного Cu–Zn месторождения и Бурибайского рудного района (Г.Д. Долматова [1970]; П.В. и М.Ю. Аржавитиных [1970, 1971]; Ф.Н. Рянского [Серавкин, Рянский, 1975 и др.]; В.В. Воробьева и В.В. Какаulina [1972]; Е.В. Попова [1974]; И.Б. Серавкина [1975 и др.]; О.В. Мининой [1979]; Ю.А. Болотина и А.Д. Ситнова [1982]; Г.Н. Засухина [1983] и др.), а также части фондовых и собственных (в том числе неопубликованных) материалов конкретно по данному объекту, стало очевидным, что здесь можно весьма положительно переоценить всю ситуацию, связанную с комплексным промышленным освоением Юбилейного медно-цинкового и Юбилейного–2 каолинового месторождений. К этой идее автора подтолкнуло прежде всего то обстоятельство, что все исследователи Юбилейного Cu–Zn месторождения в достаточной мере охарактеризовали мощно проявленные вокруг колчеданных залежей окolorудно-измененные (серицит-хлорит-кварцевые и др.) породы, несущие в себе непромышленную сульфидную вкрапленность. Ясно, что в свое время при подсчете запасов в соответствии с принятыми кондициями (бортовым и минимально-промышленным содержанием) они были исключены из подсчета.

Опираясь на опубликованные материалы вышеназванных исследователей и собственные данные, полученные в связи с изучением платиноносности Юбилейного Cu–Zn месторождения (в 1995–2002 гг.), а также на изучение новой ситуации в карьере, вскрывшем ныне как сульфидные и окисленные руды, так и коры выветривания по окolorудным метасоматитам верхних горизонтов месторождения, представляется возможным осуществление нового варианта вскрытия и отработки всех верхних рудных залежей (№№ 1–5) до глубины 500 м. Это возможно, **во-первых**, благодаря тому, что мощный 70–100 м покров каолиновых глин над этими сульфидными залежами нельзя более относить к вскрышным породам, так как это алюминиевые руды, и их на площади в 3×2,5–1,0 км и до глубины 70–80 м (см. табл.) можно планомерно снимать и складировать в спецотвал для глиноземного завода; **во-вторых**, следом же на обширной площади можно начинать вскрывать сильно каолинизированную (до 70% каолинита) кору выветривания метасоматитов, являющихся по существу рудой и на алюминий и на «бедные» сульфидные руды (но с относительно более высоким содержанием сульфидов и благородных и редких металлов, чем в надрудных каолиновых глинах Юбилейного–2 месторождения); и **в третьих**, появляется реальная возможность с глубин от 110–130 м до 500 м отработать открытым способом не только основные рудные тела (№№ 1–5 с суммарными запасами категорий В+С₁ = 25,8 млн. т руды), но и весьма значительные ресурсы непосредственно окружающих их «бедновкрапленных» руд в пределах контуров предлагаемого к проектированию расширенного карьера.

В отношении «бедных» руд особо отметим, что такой подход был практически осуществлен в 1974–76 гг. КАЗГИПРОЦВЕТМЕТОМ (при основном участии автора) на крупном Зыряновском Pb–Zn месторождении (Рудный Алтай), но только подземным способом, когда на глубинах 600–1700 м в подсчет были включены все бедновкрапленные Pb–Zn руды при минимальном промышленном содержании условного свинца Pb = 1,02%. Это дало прирост запасов в 76 млн. т руды и намного продлило жизнь Зыряновского ГОК.

В случае же Юбилейного месторождения ситуация более проста и все производство обещает быть весьма рентабельным, так как разработка руд будет вестись крупным карьером и в начальный период (2–3 года) ускоренно (по глинам), с большой производительностью, в благоприятных горно-технических условиях.

Предварительные расчеты показывают, что содержание сульфидов (пирита, сфалерита и др.) в метасоматитах вокруг рудных тел 1–5 колеблется в пределах от 0,5 до 5% и в среднем его можно принять равным 3,5%. Сульфиды, в частности в пиритовом концентрате, по нашим данным, содержат:

Au 1,35 г/т, Ag 41 г/т, Pt 0,56 г/т, Pd 0,06 г/т, Se 0,056%, Cd 0,049%, Co 0,038%. По данным Ю.А. Болотина и А.Д. Ситнова [1982] и Г.Н. Засухина [1983], метасоматиты содержат Cu от 0,03–0,3% в лежачем боку, до 0,3–1,0% в всياчем боку рудных тел; Zn от 0,01–0,1 в лежачем до 0,3–1,0% в всиячем боку. Несомненно, что в сульфидных концентратах эти значения будут выше почти на порядок.

Весьма приблизительно можно принять, что в процессе обогащения из этих руд будет получен товарный концентрат, содержащий более: Cu 0,3%, Zn 0,2%, Au 1 г/т, Ag 10 г/т, Pt 0,4 г/т, Pd 0,04 г/т, Co 0,03%, Cd 0,04%, Se 0,03% и серы 35%. Опираясь на фактические данные прежних разведок и с введением переводных коэффициентов указанных элементов, обязательного учета количества серицита в метасоматитах (содержание их от 5–10 до 30%), а также снижения бортового содержания условной меди до 0,15% и минимально промышленного содержания условной меди до 1,0%, очевидно, удастся оконтурить и пересчитать экономически приемлемые проектные контуры рудной зоны и контуры будущего карьера, что потребует определенного времени, сил и затрат.

Для грубой ориентировки и лишь в порядке принципиальной постановки вопроса ниже приводится весьма приблизительная оценка объема и массы «бедных» руд в контурах предлагаемого расширенного карьера (то есть ниже подошвы каолинового карьера Юбилейного—2 месторождения) исходя из следующего расчета: средняя площадь = 2,2 млн. м²; средняя глубина карьера ~400 м; объемный вес рудоносной породы ~2,5 т/м³. При этих параметрах масса последней определяется в 2200 млн. т. После исключения пустых пород (селективно отработываемых) в количестве 25% от общей массы, рудоносная часть ее определится в 1650 млн. т.

В этой массе по определению (см. выше) 3,5% сульфидов или $1650 \times 0,035 = 58$ млн. т, «100%-го» сульфидного концентрата, в котором содержатся: медь — 1,74 млн. т, цинк — 1,16 млн. т, Au, Ag, Pt, Pd, S, Se, Cd, In и др. на общую сумму около 5 млрд. долл. США. Кроме того, в коре выветривания этих пород (в объеме 105,6 млн. т) содержится 50–70% каолинита или 20,8 млн. т глинозема стоимостью 832 млн. долл. США (или Al 4,3 млн. т на сумму 6,0 млрд. долл. США).

О возможности использования части продукции глиноземного производства в Башкортостане

1. В этом плане наиболее реальна кооперация будущего Юбилейного глиноземного завода со многими предприятиями западных районов Башкортостана, такими как нефтеперерабатывающие и химические заводы. Прежде всего возможна прямая кооперация его с Мелеузовским химзаводом, особенно при условии использования местных

калийных солей — сильвинитов, месторождения которых выявлены в радиусе 50–70 км от г. Мелеуза в процессе разведок на нефть в Стерлибашевском и Федоровском районах (у деревень Муртаза и В. Алаштан), где они залегают на глубинах 213–237 м.

Однако, как известно, сильвиниты — соли хлористые (KCl), и для использования, например, в качестве минеральных удобрений их желательно переработать в безхлористую форму. Для этой цели, на наш взгляд, наиболее перспективным может оказаться использование значительных количеств сульфата алюминия, получаемого при сернокислотном способе переработки каолинов Юбилейного—2 месторождения на товарный глинозем для алюминиевых заводов.

В связи с этим появляется благоприятная возможность дозагрузки Мелеузовского химзавода по переработке сильвинитов близлежащих к нему месторождений методом конверсии KCl до K₂SO₄ за счет использования товарного сульфата алюминия Al₂(SO₄)₃, поступающего с будущего Юбилейного глиноземного завода. Следует отметить, что при этом процессе можно постоянно выпускать пропорциональные количества хлористого алюминия (AlCl₃), необходимого для ряда других промышленных предприятий, в том числе для предприятий нефтепереработки.

Таким образом Мелеузовский химзавод на юге Башкортостана может приобрести важное значение, становясь одновременно и потребителем относительно дешевого сульфата алюминия Юбилейного глиноземного завода, и крупным производителем собственных калиевых удобрений и хлорида алюминия в Башкортостане. Однако очевидна, во-первых, необходимость проведения опережающих разведочных работ и подсчета запасов калийных солей на уже выявленных месторождениях южных районов Республики и, во-вторых, проведения железной дороги из Хайбуллинского района до ж/д станции Сара.

2. На Мелеузовском химзаводе также появляется возможность производства металлического алюминия на основе технологии так называемого способа Тота, заключающегося в следующем.

Согласно В.И. Ездровой [1974], компаниями и перерабатывающими предприятиями США затрачены большие усилия, чтобы заменить дефицитный боксит другими видами сырья для получения глинозема из высокоглиноземистых глин. Полученный из этого сырья глинозем «обрабатывается хлором в реактивной установке. В электролизере из хлорида алюминия получают жидкий алюминий и хлор, используемый в повторном цикле. При этом не используется дефицитный криолит, что является значительным преимуществом способа».

Этот метод как нельзя лучше подходит для наших условий по следующей схеме организации работ двух кооперирующихся предприятий (Юби-

лейного глиноземного и Мелеузовского завода минеральных удобрений): сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ из Хайбуллинского района доставляется в г. Мелеуз для конверсии до $AlCl_3$; последний на химзаводе обрабатывается в реакторной установке и подвергается электролизу, в процессе которого получается металлический алюминий и газообразный хлор; последний снова направляется на переработку сульфата алюминия и на получение соляной кислоты.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В Хайбуллинском районе Башкортостана выявлено Юбилейное—2 месторождение небокситовых алюминиевых руд, связанных с рыхлыми отложениями мезо-кайнозойского (J_2-N_2) возраста. Последние мощным (70–80 м) пластом покрывают известное Юбилейное $Cu-Zn$ месторождение и в процессе разведки его в 1966–1982 гг. были пересечены многими скважинами.

Исследованиями 1995–2002 гг. установлено, что только на площади в $3 \times 2,5-1,5$ км над основным Юбилейным месторождением (полнее освещенным предыдущими буровыми работами и нашими исследованиями глин) заключено 920 млн. т рыхлых отложений, содержащих в среднем 55,4% каолинита или 201 млн. т Al_2O_3 (глинозема) или 41,7 млн. т Al , оцениваемые, соответственно, в 8 и 52,2 млрд. долларов США.

Даже с введением сквозного понижающего коэффициента извлечения глинозема в процессе добычи, переработки и передела сырья = 0,5, эти цифры (стоимость товарного глинозема и металла в 4 и 26 млрд. долл. США соответственно) говорят о том, что организация добычи и переработки сырья на глинозем на месте, особенно сернокислотным способом, окажется весьма прибыльным делом, увязываемым с металлургической переработкой сульфидных руд и концентратов собственно Юбилейного $Cu-Zn$ и других месторождений Хайбуллинского района на месте.

Общие перспективы развития производства по добыче и переработке каолина на глинозем в районе очень большие. Только на Петропавловской площади сосредоточено более 5,5 млрд. т каолиноносных пород, в которых заключено 654 млн. т глинозема (Al_2O_3) или 135 млн. т Al на сумму, соответственно, в 26 и 170 миллиардов долларов США.

2. Так как мощный покров каолиноносных пород над собственно Юбилейным $Cu-Zn$ месторождением оценивается как Al руды, они более не могут относиться к вскрышным породам и ложиться на себестоимость добычи колчеданных руд.

В связи с этим появляется возможность дальнейшего расширения и углубления нынешнего карьера, что нами и предлагается к проектированию с расчетом расширения его до $3 \times 2,5-1,5$ км и

углубления до 500 м с двойной целью: 1) отработки всех верхних рудных тел №№ 1–5; 2) отработки окружающих их бедновкрапленных руд (мощных околорудных зон метасоматитов), в том числе рыхлых сульфидоносных кор выветривания, содержащих также до 60–70% каолинита. Этот вариант позволяет обработать более экономичным крупным карьером не только основные рудные тела с запасами в 25,8 млн. т, но и за счет бедных руд прирастить дополнительно 58 млн. т «стопроцентного» сульфидного концентрата, содержащего в себе 1,74 млн. т Cu , 1,16 млн. т Zn , а также значительные количества: Au , Ag , Pt , Pd , серы и редких элементов на общую сумму 5 млрд. долл. США. Кроме того, из рыхлой коры выветривания пород можно получить 528 млн. т каолина, содержащего 20,8 млн. т глинозема (Al_2O_3) стоимостью в 832 млн. долл., или алюминия стоимостью в 6 млрд. долл. США.

3. На основе предыдущих и последних данных выявляется уникальный случай в геологии, когда на одной и той же площади совмещены крупные запасы $Cu-Zn$ руд и очень крупные ресурсы небокситовых Al руд.

Как уже предлагалось автором [Юсупов, 2002], по экономическим, экологическим и многим другим соображениям будет рационально осуществлять промышленное освоение этих руд проектированием и созданием крупного горно-металлургического комбината по переработке и выпуску всех компонентов $Cu-Zn$ руд и глинозема (Al_2O_3) на алюминий на месте — в Хайбуллинском районе Башкортостана. При этом появятся совершенно новые возможности:

а) ускоренное, в течение 2–3 лет, вскрытие по глинам (гл. 70–100 м) расширенным до $3 \times 2,5-1,5$ км карьером как богатых сульфидных, так и бедновкрапленных руд собственно Юбилейного $Cu-Zn$ месторождения. Это позволит увеличить производительность карьера до 3 млн. т/год и тем самым даст возможность вывоза руды на Сибайскую обогатительную фабрику, для чего придется в эти годы построить железную дорогу (~110 км) Юбилейное — Сибай через с. Подольское.

б) достаточное время для проектирования и строительства подземных рудников на Подольском и собственно Юбилейном (для вскрытия и отработки 6-ой залежи) месторождениях. Это позволит также зарезервировать оставшиеся запасы (~20 млн. т) собственно Сибайского месторождения на будущее, уменьшив производительность подземного рудника до 500 тыс. т/год.

4. Как видно, все изложенное выше предполагает необходимость вложения в дальнейшее проектирование и строительство Юбилейного карьера, Хайбуллинского горно-металлургического комбината, глиноземного завода, железных дорог и др. только на начальном этапе огромных финансовых средств. Но ведь и программа в общем имеет весьма

важное государственное значение, поскольку связана с возможностью в ближайшие 5–8 лет существенно увеличить выпуск в России относительно дешевых, но стратегически важных металлов: Al, Cu, Pt, Pd, Au, Ti, Cr, целого ряда редких металлов, а также калиевых удобрений и другой продукции для народного хозяйства.

5. Особенное значение приобретает необходимость неотложной постановки в Хайбуллинском районе новых поисковых работ и доизучение Петропавловской площади на алюминиевое сырье и сопутствующие полезные ископаемые, связанные с корой выветривания древних пород и с рыхлыми отложениями Mz–Kz возраста, что, очевидно, требует и возрождения Хайбуллинской ГРП.

По предложению Президента Республики Башкортостан М.Г. Рахимова предварительное сообщение автора по вопросу организации в Хайбуллинском районе Башкортостана многоотраслевого горно-металлургического комбината рассмотрено в Совете Министров Республики. В связи с этим было решено провести совещание «с привлечением специалистов данной области, представителей горно-обогатительных комбинатов и потенциальных инвесторов» (протокол 9.12.2002 г.). Эта работа в значительной степени дополнена новыми данными и предлагается к обсуждению.

Литература:

Аржавитин П.В., Аржавитина М.Ю. Метаморфизм и гидротермальный метасоматоз пород Юбилейного месторождения // Геология, минералогия и геохимия сульфидных месторождений Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1970. С. 41–48.

Аржавитина М.Ю. Петрографическая и петрохимическая характеристика пород Юбилейного месторождения // Петрология горных пород, вмещающих сульфидные месторождения Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1971. С. 43–52.

Безруков П.Л., Яншин А.Л. Юрские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале. М: ОНТИ НКТП СССР, 1934. 96 с.

Болотин Ю.А., Ситнов А.Д. Условия локализации глубокозалегающих руд Юбилейного медно-колчеданного месторождения (Южный Урал) // Вулканизм и рудообразование Урала. Уфа, 1982. С. 46–57.

Воробьев В.В., Какаулин В.В. Геологическое строение Юбилейного медно-колчеданного месторождения // Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. Уфа: 1972. Вып. 5. С. 202–209.

Долматов Г.К. Методика поисков медно-колчеданных месторождений на закрытых площадях на примере Петропавловского участка // Геология, минералогия и геохимия сульфидных месторождений Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1970. С. 77–81.

Дубовская М.В., Огородникова В.И. Небокситовое алюминиевое сырье — потенциальный источник алюминия США и некоторых других зарубежных стран: Обзор. Сер. Геол. методы поисков и разведки цветных, редких и благородных металлов. М.: ОНТИ ВИЭМС, 1970. № 5. 24 с.

Ездрова В.И. Технический прогресс в области переработки руд и получения металлов: Экспр. Инф. Серия I (ОНТИ ВИЭМС). 1974. Вып. 2. С. 10–13.

Засухин Г.Н. Геохимические методы прогнозирования скрытых колчеданных месторождений // Критерии поисков колчеданного оруденения на Урале. М.: Недра, 1983. С. 66–83.

Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. М.: Наука, 1982. 208 с.

Лайнер А.И., Еремин Н.И., Лайнер Ю.А., Певзнер И.З. Производство линозема. М.: Металлург, 1978. 344 с.

Лаптева Е.С., Юсупов Т.С., Бергер А.С. Физико-химические изменения слоистых силикатов в процессе механической активации. Новосибирск: Наука, 1981. 88 с.

Минина О.В. Смена обстановок рудоотложения на Юбилейном медноколчеданном месторождении (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1979. № 4. С. 66–78.

Попов Е.В. О вулканической структуре и генезисе Юбилейного медноколчеданного месторождения на Южном Урале // Магматизм, метаморфизм и оруденение в геологической истории Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. С. 16.

Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н., Менковский М.А. Комплексное использование сырья и отходов. М.: Химия, 1988. 288 с.

Серавкин И.Б., Рянский Ф.Н. Юбилейное медно-колчеданное месторождение на Южном Урале // Геология и условия образования месторождений меди на Южном Урале. Уфа: БФАН СССР, 1975. С. 21–33.

Серавкин И.Б. Некоторые новые критерии для поисков скрытого оруденения на примере зональности Юбилейного медноколчеданного месторождения // Магматизм, метаморфизм и рудоносность Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1975. С. 78–83.

Юсупов С.Ш. О необходимости проектирования и начала строительства в 2003–2010 гг. в Башкортостане завода цветной металлургии по выпуску Cu, Zn, серной кислоты и глинозема на Al: Тезисы / Конференция «Геолого-экономические перспективы расширения минерально-сырьевой базы Поволжского и Южного регионов Российской Федерации и пути их реализации в 2003–2010 гг.» Саратов, 2002. с. 126–128.

Юсупов С.Ш., Магадеев Б.Д., Салихов Д.Н. и др. Перспективы расширения и освоения минеральных ресурсов юго-востока Республики Башкортостан. Уфа: «Принт», 1998. 33 с.