

- гилевич, В.С. Попов, А.А. Попова // Проблемы машиностроения и надежности машин. - 2008. - № 3. - С.100-108.
5. Школьник Л.М. Методика усталостных испытаний. - М.: «Металлургия», 1978. - 304 с.
 6. Колачев Б.А. Водородная хрупкость цветных металлов. - М.: «Металлургия», 1966. - 239 с.
 7. Казанцева Н.В. Использование механоактивации для получения гидридов алюминидов титана / Н.В. Казанцева, Н.В. Мушников, А.Г. Попов, В.А. Сазонова, П.Б. Терентьев // Физика металлов и металловедение. - 2008. - № 5. - С. 492-502.
 8. Горбачев Л.А. Об образовании новых фаз в стали 08кп при циклическом нагружении // Вестник ВКГТУ. - 2006. - № 2. - С. 74-81.

Получено 6.04.10

УДК 622.14.03

А.А. Жанбатыров

Центр инжиниринга и трансферта технологий, г. Астана

**КОНСЕРВАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАЙРЕМ
(ДАЛЬНЕЗАПАДНЫЙ И ЗАПАДНЫЙ УЧАСТКИ)**

Основанием для консервации месторождения Жайрем является отсутствие собственной полиметаллической обогатительной фабрики и экономической нецелесообразности дальнейшей добычи руды без глубокой переработки с получением высококачественных концентратов. Консервация осуществлена в соответствии с нормативными документами Республики Казахстан [1-3].

Существующее состояние горных работ на Дальнезападном участке. Отработка запасов Дальнезападного участка осуществляется двумя карьерами. Вскрытие запасов производится спиральными съездами с выходом капитальных съездов из карьеров № 1 и № 2 на южном борту карьера № 2.

Размеры карьеров в плане поверхности: карьер № 1 – 840×980 м и карьер № 2 – 1300×1380 м; глубина карьера № 1 – 203 м, карьера № 2 – 300 м. Верхняя часть карьера, сложенная песками, глинами и сильно выветрелыми породами, отрабатывается без буровзрывных работ уступами высотой 10 м, в скальных породах – от 12 до 18 м; руда отрабатывается подступами высотой от 12 м, в наиболее сложных участках - до 6 м. Генеральный угол наклона бортов карьера – 30°; угол откосов – 60°.

Проектом обоснованы: разубоживание – 10 % и потери при добыче – 3,0 %.

По состоянию на 1.01.2010 г. фактическая глубина карьера № 1 составляет 157 м, карьера № 2 - 175 м. При общем объеме горной массы 70,87 млн м³ к настоящему времени по данным маркшейдерского замера осталось вскрыши 59,03 млн м³, в том числе: по карьеру № 1 – 9,5 млн м³, карьеру № 2 – 49,53 млн м³. Большой объем ГКР обуславливается отставанием вскрышных работ. Разбивка вскрышных пород по карьерам и горизонтам приводится в табл. 1.

Консервация Западного участка месторождения Жайрем. Западный участок месторождения Жайрем состоит из карьера и отвала вскрышных пород. Горные работы на карьере Западного участка были остановлены в 1994 году. По состоянию на 01.01.2010 года карьер имел глубину 47 м (+349 м) при дневной отметке поверхности +396 м.

Таблица 1

Разбивка горных работ по карьерам и горизонтам (без учета монобаритовой руды)

| Горизонт | Карьер № 1 | | Карьер № 2 | | Всего по карьерам № 1 и № 2 | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Горная масса, тыс. м ³ | | | | | |
| | Всего | в том числе: вскрыша | Всего | в том числе: вскрыша | Всего | в том числе: вскрыша |
| 385 | | | 630 | 630 | 630 | 630 |
| 375 | | | 1720 | 1720 | 1720 | 1720 |
| 365 | | | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 |
| 355 | | | 2040 | 2040 | 2040 | 2040 |
| 345 | | | 2120 | 2120 | 2120 | 2120 |
| 333 | | | 2670 | 2670 | 2670 | 2670 |
| 321 | 311 | 285 | 2455 | 2410 | 2766 | 2695 |
| 309 | 518 | 475 | 2925 | 2830 | 3443 | 3305 |
| 297 | 518 | 475 | 3015 | 2890 | 3533 | 3365 |
| 285 | 829 | 760 | 3285 | 3110 | 4114 | 3870 |
| 273 | 933 | 855 | 3201 | 2950 | 4134 | 3805 |
| 261 | 1036 | 950 | 3559 | 3230 | 4595 | 4180 |
| 249 | 1036 | 950 | 3440 | 3080 | 4476 | 4030 |
| 237 | 1036 | 950 | 3620 | 2900 | 4656 | 3850 |
| 225 | 1036 | 950 | 3350 | 2340 | 4386 | 3290 |
| 213 | 1036 | 950 | 3980 | 2600 | 5016 | 3550 |
| 201 | 1036 | 950 | 3590 | 2200 | 4626 | 3150 |
| 189 | 1036 | 950 | 3260 | 2100 | 4296 | 3050 |
| Остаток на горизонтах 177-90 | | | 10700 | 5900 | 10700 | 5900 |
| Всего | | | 10362 | 9500 | 61370 | 49530 |
| | | | | | 71732 | 59030 |

Горными работами вскрыты баритовые, окисленные барит-полиметаллические и окисленные полиметаллические руды верхней зоны коры выветривания. Вскрытые руды и породы не склонны к самовозгоранию, несиликозоопасные и находятся в условиях, близких к состоянию естественной влажности.

За период эксплуатации Западного участка объем вынутых вскрышных пород составил 4600,0 тыс. м³ и уложены в породный отвал высотой 25 м. Проведенные исследования показали, что уложенные породы в породный отвал под воздействием атмосферных осадков, талых вод, естественного слеживания и проседания уплотнились. Процессов оползания склонов откосов отвалов не наблюдается. Углы откосов породного отвала составляют от 10 - 15° на южном, восточном и юго-западном склонах и до 30-35° на западном и северо-западном склонах.

За период остановки горных работ на Западном участке (около 15 лет) борта уступов, сложенные эоловыми песками, четвертичными суглинками и глинами аральской свиты осыпались и оплыли до устойчивых углов, равных 30-35° (гор. +385 м, +375 м), а борта уступов, сложенные алевропелитовыми глинисто-кремнистыми породами, оплыли до углов 50- 55 ° (гор. +365 м, +355 м).

По состоянию на 01.01.2010 г. по Западному участку месторождения Жайрем обеспеченность предприятия вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами составляет:

- вскрытые - 61,3 тыс. т, Pb - 1,62 %, Zn - 4,82 % и BaSO₄ - 25,64 %;
- подготовленные - 61,3 тыс. т, Pb - 1,62 %, Zn - 4,82 % и BaSO₄ - 25,64 %;
- готовые к выемке - 61,3 тыс. т, Pb - 1,62 %, Zn - 4,82 % и BaSO₄ - 25,64 %.

Инженерно-геологическая характеристика. В процессе проведенных инженерно-геологических исследований было выделено 6 инженерно-геологических комплексов:

1. Песчано-супесчаный комплекс (ПСК) золово-аллювиально-пролювиальных грунтов в нижне- и среднечетвертичных отложениях. На участке он имеет повсеместное распространение, покрывая маломощным пластом 4-6 м нижележащие отложения, образует в рельефе песчаную равнину, сложенную мелкозернистыми пылеватыми песками весьма различного минералогического состава. В естественном состоянии пески в верхней части разреза рыхлые, сухие с углом естественного откоса 34-38 °, в нижней - уплотненные, влажные. В них развит водоносный горизонт пресных подземных вод. При проходке в зависимости от степени обводненности пески заплывают, оползают, осыпаются; в осушенном состоянии держат стенки. При проходке карьера горизонт осушается за счет предварительной прокладки кольцевого горизонтального дренажа. Показатели физических свойств золовых песков приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели физических свойств золовых песков и пород окисленной и восстановительной коры выветривания месторождения Жайрем

| № п/п | Показатели | Количество опытов | Предельное значение | | Среднее значение |
|-------------------------------------|--|-------------------|---------------------|-------------|------------------|
| | | | Максимальное | Минимальное | |
| Золовые пески | | | | | |
| 1 | Естественная влажность, We, % | 12 | 7,1 | 1,3 | 2,6 |
| 2 | Влажность максимально-молекулярная, % | 17 | 21,8 | 6,8 | 16,1 |
| | | 17 | 30,8 | 20,7 | 24,4 |
| 3 | Объемная водоотдача, % | 17 | 20,2 | 3,8 | 8,4 |
| 4 | Объемный вес, γ_0 , г/см ³ | 17 | 1,64 | 1,35 | 1,47 1,70 |
| | | 17 | 1,81 | 1,64 | |
| 5 | Удельный вес, γ_u , г/см ³ | 17 | 2,70 | 2,67 | 2,68 |
| 6 | Пористость, n, % | 12 | 51,4 | 43,4 | 48,3 |
| 7 | Коэффициент пористости, ϵ | 12 | 1,05 | 0,78 | 0,94 |
| 8 | Коэффициент водонасыщения, g | 12 | 0,18 | 0,038 | 0,07 |
| 9 | Коэффициент фильтрации, Kф, м/сут | 17 | 30,0 | 1,7 | 7,71 |
| 10 | Угол естественного откоса, f° , град. | 17 | 44 | 35,5 | 38,6 |
| | | | 38,5 | 34,0 | |
| Окисленная кора выветривания | | | | | |
| 1 | Естественная влажность, We, % | 16 | 29,9 | 12,5 | 19,7 |
| 2 | Предел пластичности, Wf | 11 | 45,0 | 32,7 | 36,5 |
| 3 | Предел раскатывания, Wp | 11 | 32,0 | 15,5 | 22,1 |
| 4 | Число пластичности, Mr | 11 | 21,5 | 7,8 | 14,5 |
| 5 | Показатель консистенции | 11 | 0,962 | -0,020 | 0,139 |
| 6 | Объемный вес, γ_0 , г/см ³ | 16 | 2,33 | 0,71 | 2,03 |
| 7 | Удельный вес скелета грунта, $\gamma_{ск}$, г/см ³ | 12 | 2,01 | 1,35 | 1,67 |
| 8 | Удельный вес, γ_u , г/см ³ | 16 | 3,30 | 2,75 | 2,97 |
| 9 | Пористость, n, % | 12 | 53,8 | 36,0 | 43,2 |
| 10 | Коэффициент пористости, ϵ | 12 | 1,03 | 0,58 | 0,79 |
| 11 | Влажность максимально-молекулярная, % | 3 | 2,01 | 14,2 | 16,5 |

Окончание таблицы 2

| № п/п | Показатели | Количество опытов | Предельное значение | | Среднее значение |
|-------------------------------------|--|-------------------|---------------------|------|------------------|
| | | | max | min | |
| 12 | Коэффициент водонасыщения, g | 12 | 0,88 | 0,43 | 0,71 |
| 13 | Влажность набухания, % | 8 | 42,2 | 2,8 | 30,7 |
| 14 | Величина свободного набухания | 8 | 19,3 | 1,0 | 9,7 |
| Восстановительная кора выветривания | | | | | |
| 1 | Естественная влажность, W_e , % | 20 | 33,1 | 21,4 | 28,3 |
| 2 | Объемный вес, γ_0 , г/см ³ | 20 | 2,12 | 1,82 | 1,92 |
| 3 | Объемный вес скелета грунта, $\gamma_{ск}$, г/см ³ | 20 | 1,64 | 1,37 | 1,49 |
| 4 | Удельный вес, γ_u , г/см ³ | 20 | 2,99 | 2,67 | 2,73 |
| 5 | Пористость, n, % | 20 | 54,0 | 40,7 | 44,8 |
| 6 | Коэффициент пористости, e | 20 | 1,17 | 0,68 | 44,8 |
| 7 | Коэффициент водонасыщения, g | 20 | 1,19 | 0,83 | 0,82 |
| 8 | Влагоемкость максимально-молекулярная, % | 20 | 23,6 | 9,9 | 0,95 |
| 9 | Влажность набухания, % | 20 | 42,5 | 22,5 | 19,6 |
| 10 | Величина свободного набухания | 20 | 1,0 | 0,2 | 31,3 |

2. Глинистый комплекс (ГК) грунтов в неогеновых отложениях аральской свиты представлен практически повсеместно. Глины в основном зеленовато-серого цвета с обломками коренных пород и гнездами гипса. В основании неогеновых глин, как правило, залегает базальный слой окатанных скальных пород с глинистым заполнителем. Общая мощность неогеновых глин, достигая 20-30 м, в основном составляет 10-15 м. Глины засоленные и имеют однородный состав. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значение прочностных и деформативных характеристик неогеновых глин и пород окисленной зоны выветривания

| № п/п | Показатели | Количество опытов | Предельные значения | | Среднее значение |
|--|---|-------------------|---------------------|-------------|------------------|
| | | | максимальные | минимальные | |
| Неогеновые глины | | | | | |
| 1 | Угол внутреннего трения, f° , град | 42 | 29 | 4 | 14,6 |
| 2 | Сцепление, C , кг/см ² | 42 | 1,30 | 0,34 | 0,88 |
| | Коэффициент сжимаемости в интервале 1-3 кг/см ³ | 41 | 0,028 | 0,0063 | 0,0162 |
| 4 | Модуль деформации, кг/см ² | 41 | 250 | 67 | 125 |
| Породы окисленной зоны коры выветривания | | | | | |
| 1 | Угол внутреннего трения, f° | 8 | 35 | 12 | 24 |
| 2 | Сцепление, C , кг/см ² | 8 | 0,76 | -0,03 | 0,18 |
| 3 | Коэффициент сжимаемости в интервале 1 -3 кг/см ³ | 9 | 0,0810 | 0,0108 | 0,0271 |
| 4 | Модуль деформации, кг/см ² | 9 | 174 | 15 | 75 |

Кроме лабораторных определений прочностных характеристик неогеновых глин непосредственно были проведены инструментальные замеры углов естественного откоса отвалов, практически нацело состоящих из неогеновых и палеогеновых глин. Углы состав-

ляют 26 - 35° при высоте отвалов 20 м. Неогеновые глины являются набухающими. Величина свободного набухания колеблется от 16,6 до 46 %, т.е. порода неравномерно сильно набухающая. В процессе отработки карьера это необходимо учитывать. При проходке горных выработок неогеновые глины в осушенном состоянии сохраняют вертикальные стенки, при замачивании оползают и отваливаются.

3. Глинисто-песчаный комплекс (ГПК) грунтов в палеогеновых глинах на Западном участке распространения не имеет.

4. Рыхлообломочный комплекс грунтов (РОК) окисленной зоны коры выветривания палеозойских отложений на участке распространен повсеместно и представлен глинистыми породами с включением 10-60 % щебенистого материала, обводненными, рыхлыми, неустойчивыми, со слабой водоотдачей. Мощность комплекса в районе карьера 20-100 м, на отдельных площадях он отсутствует. Соотношение глинистых и крупнообломочных фракций самое различное. Весьма существенно меняется минералогический состав пород и их структура. Все это предопределяет неоднородность физических и прочностных характеристик комплекса. Все прочностные и деформативные характеристики тоже отличаются значительной неоднородностью.

Горнотехнические условия отложений вскрышных пород этой зоны весьма сложные. Отложения большой мощности обводнены, слабо отдают воду, по пластичным свойствам близки к глинам, отдельные разности также набухают, склонны к сползанию. Лишь после полного осушения выработок возможна их проходка.

5. Комплекс полускальных грунтов (КПС) восстановительной зоны коры выветривания палеозойских отложений распространен повсеместно и носит как площадной, так и линейный характер. Мощность комплекса меняется в широких пределах от 5-10 до сотни метров.

Комплекс представлен валунно-щебнистыми образованиями карбонатных пород и полускальными породами, пористыми, обладающими высокими фильтрационными свойствами. Полускальная разность характеризуется сильной трещиноватостью и кавернозностью с пустотами выщелачивания от 50 до 20-30 мм.

Полускальные породы восстановительной зоны коры выветривания характеризуются прочностью на сжатие от 13 до 1261 кг/см², на растяжение - от 0,4 до 69, коэффициент крепости их варьируется от 0,1 до 12,6.

Горнотехнические условия проходки отложений восстановительной зоны, несмотря на большую устойчивость стенок выработок и прочность пород, осложнены обводненностью, трещиноватостью, наличием тектонических зон.

Горные работы по породам восстановительной зоны коры выветривания возможны только при проведении опережающего осушения.

6. Скальный комплекс пород (СК) палеозойских отложений имеет на участке повсеместное распространение. Коренные породы представлены карбонатными, кремнисто-карбонатными, терригенными песчано-алевролитовыми и магматическими образованиями.

Все отмеченные породы вне зоны дробления характеризуются слабой трещиноватостью, массивным сложением и отсутствием или слабым проявлением расщепленности. Вмещающие скальные породы, имея тонко- и мелкозернистое строение, обладают хорошей устойчивостью. Коэффициент разрыхления вмещающих пород - 1,6÷1,65, пористость - 0,7 %, влажность - 0,05÷0,3 %, объемный вес вмещающих скальных пород - 2,63÷2,81 т/м³. Угол откоса - 43 градуса.

Все породы месторождения обладают низкими показателями по абразивности (2-13 мг) и согласно классификации А.В. Кузнецова относятся к I-III классам, т.е. поро-

дам средней и малой абразивности.

Упругие параметры всех разновидностей пород в целом близки между собой. Определенные колебания прочностных свойств пород объясняются наличием факторов неоднородности: различной степенью окремнения и трещиноватости, слоистостью, присутствием углистого и глинистого материалов.

Несмотря на близость прочностных показателей, скальные породы все же можно условно разделить на две группы:

1) измененные, трещиноватые породы с относительно пониженными показателями прочностных, упругих и физических свойств и повышенными значениями абразивности (седиментационные брекчии, вишневые и серые алевролиты);

2) плотные, слаботрещиноватые окремненные породы с относительно повышенными значениями показателей прочности и очень низкой абразивностью (различные известняки, кремнисто-карбонатные и интрузивные породы).

7. Рудный комплекс (РК) палеозойских отложений приурочен к площади разрабатываемого месторождения. Руды, имея тонко- и мелкозернистое строение, обладают хорошей устойчивостью. Чистые разновидности барит-свинцовых руд характеризуются, в основном, мелкой кусковатостью (от 1-2 до 10-15 см в поперечнике). Более крупные куски, достигающие в поперечнике 15- 30 см, более характерны для кремнистых разновидностей руд (данные по кусковатости получены при проходке разведочной шахты на участке). Коэффициент разрыхления руд и вмещающих пород 1,6-1,65. Средняя величина объемного веса первичных руд составляет: полиметаллических - 2,98 т/м³, барит-полиметаллических - 3,79 т/м³, свинцово-цинковых - 2,8÷4 т/м³. Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Физико-механические свойства руд

| № п/п | Показатели | Единица измерения | Значения | |
|-------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | | | барит-полиметаллические | полиметаллические |
| 1 | Насыпной вес | г/см ³ | 2,39 | 1,75 |
| 2 | Плотность | г/см ³ | 3,73 | 2,88 |
| 3 | Пористость | % | 1,34 | 1,34 |
| 4 | Угол естественного откоса | градусов | 32 | 31,20 |
| 5 | Влажность | % | 0,098 | 0,098 |
| 6 | Крепость по шкале М.М. Протодяконова | | 10-11 | 10-12 |

Мероприятия по временной консервации месторождения Жайрем. Для предотвращения попадания в карьер талых вод и, как следствие, предотвращения развития процессов эрозии бортов карьера предусматривается устройство вокруг карьера предохранительного вала, расположенного вокруг карьера в 30 м от верхней бровки. Предохранительный вал треугольного сечения имеет следующие параметры: длина - 2010,0 м; высота - 1,0 м; ширина основания - 3,3 м; углы откосов склонов - 30°; объем уложенного грунта - 33,0 тыс. м³.

Должно быть обеспечено выполнение следующих основных условий:

1) при возникновении экономической целесообразности (после окончания строительства обогатительного комплекса) возможность безопасной выемки из недр оставшихся запасов полезных ископаемых с целью их дальнейшей переработки;

2) сохранность консервируемых горных выработок;

3) безопасное нахождение людей и при необходимости проведения работ в пределах зон, находящихся на консервации;

4) охрана окружающей среды от возможного влияния законсервированных горных выработок.

Для реализации перечисленных условий консервации месторождения Жайрем предусмотрены следующие мероприятия:

1) осуществление мониторинга за уровнем грунтовых вод с полугодовой периодичностью;

2) осуществление постоянного мониторинга за состоянием карьеров и породных отвалов;

3) ликвидация и зачистка навесей и козырьков, а также возможных мест обрушения и осыпания уступов;

4) проведение регулярной очистки берм и площадок, ширина которых должна обеспечивать их механизированную очистку;

5) при въезде в карьер и на породный отвал установить шлагбаумы и запрещающие знаки въезда постороннему транспорту и проходу людей;

6) в зимнее время года производить систематическую очистку автодорог от снега, льда и посыпать песком, шлаком или мелким щебнем.

Список литературы

1. Инструкция о порядке ликвидации и консервации предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых.
2. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.
3. Единые правила охраны недр при разработке месторождений полезных ископаемых.

Получено 07.07.10

УДК 622

А.А. Жанбатыров

Центр инжиниринга и трансферта технологий, г. Астана

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЖАЙРЕМ-АТАСУЙСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Центральный Казахстан является основной минерально-сырьевой базой для развития полиметаллического производства с получением концентратов и чистых металлов основной группы.

В настоящее время минерально-сырьевая база действующих горно-металлургических предприятий как в Восточном Казахстане (ТОО «Казцинк»), так и Южном (АО «Южполиметалл») находится на стадии исчерпания, и запасы достаточны на 10-15 лет.

Полиметаллическая сырьевая база Центрального Казахстана представлена группой месторождений Жайрем-Атасуйского рудного района. В табл. 1 представлена информация по некоторым месторождениям полезных ископаемых на основные металлы – цинк и свинец.

Таблица 1

*Краткая информация по полиметаллическим месторождениям
Центрального Казахстана (цинк, свинец)*