

УДК 622.831+502.604

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЖИЛЯНСКОГО КАЛИЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАЗАХСТАН)

Ибламинов Р.Г., Копылов И.С., Коноплев А.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, kafedra.ingeo@gmail.com

Проведена оценка инженерно-геологических условий, необходимых для разработки проекта строительства горного комплекса (рудника) на базе Жилианского месторождения калийных солей. Дана общая геологическая характеристика месторождения и сделан анализ горно-геологических условий, определяющих способы и технологию вскрытия балансовых запасов, добычи калийных руд, а также безопасность эксплуатации рудника, в том числе: условия залегания промышленных калийных пластов; физико-механические свойства сильвинитовых и полигалитовых руд, вмещающих их пород и пород надсолевой толщи; горно-технические условия отработки месторождения; другие особенности геологического строения (аномалии), обуславливающие потенциальную опасность для ведения подземных горных работ. Особых геологических факторов (аномалий), осложняющих отработку месторождения, нет. Газоносность горных пород и геотермические условия при сравнении с другими калийными и соленосными месторождениями не потребуют специальных мероприятий при ведении горных работ. Силикозоопасная и пожароопасная пыль образовываться не будет.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, физико-механические свойства, сильвинит, полигалит, Жилианское месторождение.

ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS OF POTASSIUM DEPOSIT ZHILIANSKOE (KAZAKHSTAN)

Iblaminov R.G., Kopylov I.S., Konoplev A.V.

Perm State National Research University, kafedra.ingeo@gmail.com

The evaluation of the geotechnical conditions necessary for the development of the project of construction of mining complex (mine) on the basis of Zhilianskoe potash deposit. A general geological characteristics of the deposit and made an analysis of the geological conditions that determine the methods and technology of the opening balance sheet reserves, production of potash ores, as well as the safety of the mine, including: conditions of occurrence of industrial potash layers; physical and mechanical properties of silvinit and polyhal ores, their host rocks and rock strata above-salt; mining and technical conditions of the deposit development; other features of the geological structure (anomalies) that contribute to the potential hazard to conduct underground mining. Special geological factors (anomalies), complicating development of the deposit, no. The gas-bearing rocks and geothermal conditions when compared with other potash and salt-deposits not require special measures during mining operations. Silikozoopasnaya and flammable dust formed will not.

Keywords: geotechnical conditions, physical and mechanical properties, sylvinite, polyhalite, deposit Zilianskoe.

Жилианское месторождение расположено в юго-западной части Актюбинского Приуралья. В административном отношении территория входит в состав Актюбинской области Республики Казахстан и удалена от юго-восточной окраины г. Актобе на расстояние 5-10 км. Месторождение представлено залежами полигалита и сильвинита характеризуется большой протяженностью, разобщенностью в плане и высотах рудных тел, резкими колебаниями условий залегания, мощностей рудных тел и содержания полезных компонентов [10].

Полигалитовые залежи нижнего горизонта в виде пластов и линз залегают на глубине 235-770 м и имеют меридиональное простирание и падение на запад и восток под углами 30-60°. Пласты образуют три пачки, разделенные толщиной каменной соли с прослоями ангидрита и других пород. Длины верхней, средней и нижней пачек с перерывами составляют соответ-

ственно 10, 14 и 18 км при ширине от 250 до 1000 м. Средние мощности пачек составляют 37, 23 и 75 м.

Верхний горизонт калийных солей представлен сильвинитами и сильвинито-карналлитами, отделен от полигалитового горизонта толщиной каменной соли мощностью от 30 до 120 м. Сильвиниты и сильвинито-карналлиты залегают в виде пластообразных линз длиной от 1 до 6 км, шириной от 150 до 500 м, вытянутых в меридиональном направлении. Глубина залегания линз изменяется от 318 до 670 м, мощность – от 1 до 70 м.

Соленосная толща, заключающая продуктивные пласты, благоприятна для проходки горных и горнодобывающих выработок, так как сложена устойчивыми породами с трещинами, заполненными галитом, гипсом, ангидритом. Физико-механические свойства пород толщи приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства пород соленосной толщи

№ п/п	Наименование пород	Объемный вес, г/см ³	Влажность естествен., %	Временное сопротивление, кг/см			коэф. крепости по Прогнозу Дьяконову	коэф. разрыхления
				сжатию	растяжению	изгибу		
1	Мергели и аргиллиты	2,13 – 2,23	16,6 – 21,2				2	1,33
2	Песчаники и ангидриты	2,6–3,0	3,6 -14,8				6	1,45
3	Каменная соль и сильвинит	2,07		<u>205-260</u> 219			2,2	1,35
4	Полигалит	2,48		<u>145-382</u> 291,5	<u>22-40,9</u> 31,15	<u>65,1-73,1</u> 69,1	3	1,45

Определение физико-механических свойств полигалитовых пород Жилинского месторождения проводил в 1957 году Государственный научно-исследовательский институт горно-химического сырья, результаты испытаний (по скважине № 93) представлены в таблицах 2-4.

В материалах разведочных работ отсутствуют данные по физико-механическим характеристикам сильвинитовых и вмещающих пород. В соответствии с общепринятыми

принципами приведены характеристики по месторождениям, близким по геологическому строению.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов полигалита на сжатие

Описание пород	Глубина взятого образца, м	Диаметр d, см	Высота h, см	Площадь S, см ²	Максимальная нагрузка, Q, кг	Временное сопротивление сжатию $\sigma_{сж} = Q/S$, кг/см ²
Полигалитовая руда с кристаллами каменной соли	243,00	9,3	18,6	67,9	17560	259
То же	250,20	9,2	18,4	66,4	16440	247
»	255,30	9,2	18,4	66,4	18680	231
»	259,20	9,2	18,4	66,4	22040	331
»	262,50	9,0	18,0	63,6	20920	329
Полигалитовая руда с просечками каменной соли	485,20	7,4	14,6	42,9	12660	294
Богатая полигалит. руда с каменной солью по трещинам	498,00	7,4	14,7	43,0	14280	332
То же	499,00	7,4	14,7	43,0	6250	145
»	502,00	7,4	14,7	43,00	5625	131
Полигалитовая руда с прослойками каменной соли	505,00	7,4	14,17	43,0	11050	256
Богатая полигалитовая руда	511,00	7,4	14,7	43,0	16440	382
То же	521,80	7,3	14,6	41,3	15360	372
Богатая полигалитовая руда с каменной солью	524,85	7,3	14,5	41,3	13200	320

Определяющим фактором выбора системы разработки для условий соляных месторождений (в том числе и калийных) является первостепенная необходимость защиты рудников от постоянно существующей угрозы затопления водами из вышерасположенных водоносных горизонтов [2, 3, 5]. Защита от затопления должна быть обеспечена наличием над разрабатываемым соляным (калийным) пластом необходимой мощности водозащитной толщи (ВЗТ) и выбором параметров систем разработки, которые должны соответствовать фактической мощности ВЗТ (т.е. зона техногенных водопроводящих трещин, образуемых над разрабатываемыми пластами, не должна достигать кровли ВЗТ с сохранением ненарушенной водозащитной потолочины).

Таблица 3 – Результаты испытаний на растяжение

Описание пород	Глубина взятого образца, м	Площадь S, см ²	Максимальная нагрузка, Q, кг	Временное сопротивление растяжению $\sigma_{раст} = Q/S$, кг/см ²
Богатая олигалитовая руда с кристаллами каменной соли	245,70	6,25	160	25,6
Богатая полигалитовая руда	245,70	7,50	285	38,0
То же	246,80	7,00	280	40,0
»	247,20	7,50	220	29,4
Полигалитовая руда с прослойками каменной соли	503,90	5,25	115	22,0
Богатая полигалитовая руда	507,00	6,16	200	32,5
Полигалитовая порода с каменной солью	515,00	4,75	155	32,7
Богатая полигалитовая руда	521,80	5,40	175	32,4
Богатая полигалитовая руда с каменной солью	523,75	5,25	135	25,7
Богатая полигалитовая руда	251,00	5,40	175	32,5
Полигалитовая руда	237,50	5,25	215	40,9

Таблица 4 – Результаты испытаний на изгиб

Описание пород	Глубина взятого образца,	Размер балочки		Вес груза P, кг	Изгибающий момент, M _{изг} , кг × м	Сопротивление изгибу M _{изг} Wx, кг/см ²
		a	b			
Богатая полигалитовая руда с кристаллами каменной соли	259,90	42	42	4,1	820	66,6
То же	251,00	42	42	4,5	900	1Б, \
»	258,50	42	42	4,0	800	65,1
»	260,10	42	42	4,1	820	66,6
Богатая полигалитовая порода с каменной солью	267,80	42	42	4,2	840	68,2
Богатая полигалитовая руда	270,20	42	42	4,7	940	76,4

Водозащитная потолочина. Калийные пачки месторождения размещены среди соленосной толщи. Минимальная мощность каменной соли вверху над пачками обычно состав-

ляет от 11-25 до 245 м. На соляное зеркало выходит только верхняя полигалитовая пачка на XV профиле и две сильвинитовые: нижняя восточного крыла на IX профиле и верхняя западного крыла на III профиле. Здесь необходимо оставление водозащитного целика толщиной (по аналогии с соляными месторождениями Предкарпатья) 60 м на абсолютных отметках плюс 10 – минус 50 м. О достаточности мощности целика свидетельствует следующее:

- соляное зеркало не обводнено;

- выше соляного зеркала залегает сульфатно-терригенная толща, сложенная гипсами, ангидритами и мергелями с прослоями обводненных песчаников. Мощность безводных сульфатов между соляным зеркалом и обводненными песчаниками изменяется от 10-30 до 180-215 м и в частности над пачками, выходящими на соляное зеркало – от 10 до 270 м. Поэтому мощность водозащитного целика увеличивается до 70-270 м.

У нижнего полигалитового пласта мощность водозащитной толщи максимальная.

У среднего полигалитового пласта мощность водозащитной толщи изменяется в значительных пределах, минимальное значение 75 м.

Особенностью Жилянского месторождения является значительная мощность продуктивных пластов. Отработка таких пластов лавами практически невозможна и нецелесообразна по следующим причинам:

- при отработке пласта лавами на мощность 10 метров и более потребуется наличие мощности ВЗТ более 435 метров;

- невозможность обеспечения безопасной подработки существующих ответственных объектов на земной поверхности.

Применение камерной системы позволяет исключить эти ограничения и негативные последствия, учитывая, что:

- камерная система позволяет осуществить закладку очистных камер отходами обогащения, технология, которой успешно применяется на калийно-соляных рудниках, выполняя при этом регламентирующие требования «Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом» в части необходимости применения закладки;

- камерная система с закладкой позволяет значительно снизить величины деформаций подрабатываемой ВЗТ и земной поверхности, обеспечивая при этом защиту рудника от затопления и необходимую охрану объектов на земной поверхности от влияния горных работ;

- по производительности при разработке калийных месторождений современные проходческо-добычные комплексы, применяемые на камерной системе, не уступают лавам, а их

цена существенно ниже, что обеспечивает меньшую себестоимость добычи руды при данной технологии.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, для отработки запасов калийных солей Жилиянского месторождения рекомендована камерная система разработки с закладкой выработанного пространства.

Одним из определяющих факторов безопасной эксплуатации месторождения является состояние прочностных свойств вмещающих и особенно перекрывающих, пород [7, 8].

Сравнительная оценка прочностных свойств пород Жилиянского месторождения по отношению к Верхнекамскому [3] и Старобинскому месторождениям свидетельствует о следующем:

- геологическое строение и состав горных пород в непосредственной кровле продуктивных пластов на площади Жилиянского месторождения более благоприятно в части обеспечения устойчивого состояния кровли проходимых горных выработок. Породный массив непосредственной кровли относится к крупнослоистому;

- фактор отсутствия в составе полигалитовых и сильвинитовых пород глинистых прослоев, а также наличия включений ангидритового материала, являющегося основным составляющим нерастворимого остатка (Н.О.) в руде, работает не на ослабление породного массива в калийном пласте, а на его укрепление, что также является более благоприятным условием для обеспечения устойчивого состояния боковых стенок горной выработки. Породный массив калийных пластов также относится к крупнослоистому;

- отсутствие в составе пород непосредственной кровли и в калийных пластах явно выраженных и достаточно мощных прослоев глинистых пород, способных ослаблять массив, а также крупнослоистость породного массива, не требуют при определении расчетного значения сопротивления пород сжатию (R_c) применения понижающих коэффициентов. Расчетное сопротивление пород сжатию следует принимать по прочности испытуемых образцов;

- мощные высокопрочные породные пачки в составе соленосной толщи, которые будут воспринимать основную часть горного давления от налегающей породной толщи, на достаточно больших площадях обеспечат благоприятные условия по поддержанию кровли и боковых стенок проходимых выработок, а также обеспечат благоприятные условия ведения очистных работ.

- широкое распространение внутрисоляной складчатости, о чем свидетельствуют данные по керну разведочных скважин. Мелкие складчатые структуры существенно влияют на горно-геологические условия отработки промышленных пластов. Внутрипластовая складчатость приводит к изменению первичных мощностей слоев, слагающих промышленные

пласты и тем самым влияет на изменчивость их состава. Межпластовая складчатость сопровождается увеличением вертикальной мощности пластов (и соответственно, высоты камер). Вместе с тем отмечается положительное влияние мелкой складчатости на устойчивость кровли выработок. Развитие складчатых структур всех порядков не приводит, как правило, к образованию разрывных нарушений и трещин.

Представленные данные показывают, что, несмотря на значительную глубину отработки, инженерно-геологические и горнотехнические условия Жилинского месторождения в части устойчивости пород кровли и калийного пласта не менее благоприятны по сравнению с рудниками Верхнекамского и Старобинского месторождений.

Разработка пластов калийных солей часто сопровождается газовыми выделениями и внезапными выбросами пород, представляющими серьёзную опасность для горняков [6, 9].

Главные компоненты как свободных, так и связанных газов представлены азотом, водородом, углекислым газом и углеводородами с преобладанием метана.

Содержание микровключенных газов в солях намного выше, чем свободных. Микровключенные газы чаще всего представлены в основном азотом – свыше 50% (обычно 80-90 %). Другие газы имеют подчиненное значение. Свободные газы по сравнению с микровключенными содержат повышенное количество углеводородов, углекислого газа и водорода. Доля азота снижается до 40-50 % .

Общая газоносность пород Жилинского месторождения составляет 0,07–0,1 м³/м³. В составе газов преобладает азот (в среднем 64 %), метан и тяжелые углеводороды – 16,5 %, углекислый газ –16 %, водород – 3,5 %. Породы не выбросоопасны, необходимость введения на руднике газового режима отсутствует.

Особых геологических факторов (аномалий), осложняющих отработку месторождения, нет. Газоносность горных пород и геотермические условия при сравнении с другими калийными и соленосными месторождениями не потребуют специальных мероприятий при ведении горных работ [4]. Силикозоопасная и пожароопасная пыль образовываться не будет. Результаты исследований использованы для разработки ТЭО строительства горно-обогатительного комбината на базе Жилинского месторождения калийных солей.

Список литературы

1. Коноплев А.В., Красильников П.А., Красильникова С.А., Клещкина О.В. Картогеоинформационная модель как основа для создания гидродинамической модели// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. - № 84. – С. 247-256.

2. Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 1. – С. 431.
3. Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ // Геоинформатика/Geoinformatika. – 2013. - № 2. – С. 20-23.
4. Красильников П.А., Коноплев А.В., Кустов И.В. Красильникова С.А. Геоинформационное обеспечение инженерно-экологических изысканий // Фундаментальные исследования. – 2013. - № 10-14. – С. 3161-3165.
5. Красильникова С.А., Красильников П.А., Коноплев А.В. Геоинформационное обеспечение гидродинамического моделирования оценки эффективности проектируемой дренажной системы микрорайона Усольский г. Березники Пермского края // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2014. - № 1. – С. 80-85.
6. Середин В.В. К вопросу о прочности засоленных глинистых грунтов // Инженерная геология. – 2014. - № 1. – С. 66-69.
7. Середин В.В. Исследование степени загрязнения углеводородами грунтов территорий нефтегазовых месторождений. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. - № 12. – С. 67-74.
8. Середин В.В., Андрианов А.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик грунтов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. - № 6. – С. 946.
9. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследование механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами. Фундаментальные исследования. – 2014. - № 8 - 6. – С. 1408-1412.
10. Фортунатов Г.А., Красюк Н.Ф., Земсков А.Н., Иванов О.В. Газоносность соляных пород калийных месторождений Жилинское и Сатимола (Казахстан) // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. - № 11. – С. 88-98.

Рецензенты:

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, г.Пермь;

Владимир А.Н., д.г.-м.н., профессор кафедры поисков и разведки полезных ископаемых
Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.