

Прекращение сброса сточных вод СКРУ-2 с 2014 г. и проведение эффективных природоохранных мероприятий на предприятии привело к снижению содержанию в р. Поповке основных макрокомпонентов солевого состава и улучшению качества воды в заливе водохранилища.

По данным государственной сети мониторинга вода в Камском водохранилище в створе г. Соликамска ниже города по компонентам, характерным для предприятий калийной промышленности (хлориды, сульфаты, кальций), не отмечается превышение утвержденных общегосударственных нормативов качества воды, разработанных для рыбохозяйственных водных объектов.

Техногенное загрязнение нанесло р. Поповка серьезный экологический ущерб. При строительстве данного рудника в СССР малому водотоку отвели сразу роль транспортного канала в нижележащий по течению крупный водный объект (р. Кама), не предусмотрев безопасную систему очистки образующихся на предприятии стоков. Подобная проблема с загрязнением малых водотоков наблюдается не только у ПАО «Уралкалий», но и на всех предприятиях горно-промышленного комплекса нашей страны, где есть солеотвалы, шламохранилища и хвостохранилища. В большинстве случаев, даже если полностью остановить производство естественное природное состояние малого водотока, нарушенное за долгие годы работы предприятия уже не восстановить. Решение проблемы может быть в разработке правового документа позволяющим проводить не только объективную оценку причиненного вреда водной экосистемы и возможности компенсации рассчитанного ущерба, но и одновременно переводящий сильно загрязненный малый водоток из разряда рыбохозяйственных в технический канал с учетом сложившейся на данный момент фактической экологической ситуации на водосборе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики. Т. 11. Средний Урал и Приуралье / Сост. Л.Д. Ивашинова [и др.]; Под ред. Н.М. Алюшинской. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 847 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т.11. Средний Урал и Приуралье. Вып.1. Кама. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 324 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики. Т. 11. Средней Урал и Приуралье. Вып 1. Кама / под ред. И.С. Шахова. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 535 с.

МЕХАНИКА ГОРНЫХ ПОРОД

УДК 622.363

DOI:10.7242/echo.2019.4.5

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ЛИКВИДАЦИИ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

А.А. БАРЯХ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: С ориентацией на Верхнекамское месторождение калийных солей рассмотрены некоторые аспекты обоснования способа плановой ликвидации калийных рудников. Показано, что для Верхнекамского месторождения наиболее приемлемой является «мокрая» ликвидация рудников. Выбор способа реализации «мокрой» ликвидации должен основываться на результатах геохимического моделирования степени деградации междукамерных целиков вследствие растворения соляных пород, а также последующих геомеханических оценках деформаций земной поверхности и анализе обеспечения долговременной сохранности ВЗТ.

Ключевые слова: ликвидация рудников, растворение солей, деградация целиков, геомеханическое моделирование.

История калийной промышленности ведет свой отсчет с 60-х годов 19 столетия и связана она с небольшим немецким городом Штрасфуртом, расположенном в регионе Саксония-Анхальт, и немецким химиком Адольфом Франком. Именно здесь Франком была разработана технология получения поташа из калийно-магниевых солей и построены первые рудники по добыче калийной руды (рис.1).



Рис. 1. Первые калийные шахты в Штрасфурте

Однако, путь развития калийной промышленности оказался отнюдь не «гладким». Начиная с 19 века, вся история разработки месторождений солей, как калийных, так и натриевых, сопровождалась авариями, обусловленными прорывами пресных вод в горные выработки. Ввиду высокой степени растворимости солей, зачастую, это приводило к затоплению рудника и его гибели. В этой связи мировая практика плановой ликвидации калийных рудников оказалась весьма ограниченной. Подробный обзор и анализ проблем, связанных с ликвидацией калийных рудников и соляных шахт, изложен в [1]. В данной статье обсуждаются лишь некоторые аспекты обоснования способа ликвидации калийных рудников применительно к условиям Верхнекамского месторождения калийных солей.

Принципиально существуют два способа полной ликвидации калийных рудников: «сухой» и «мокрый». Сухой способ ликвидации возможен при выполнении следующих основных условий:

- отсутствует внешний водоприток в рудник;
- отсутствуют значительные деформации земной поверхности;
- гарантируется сохранность водозащитной толщи (ВЗТ) в долгосрочной перспективе.

При сухой ликвидации рудника производится только тампонаж стволов для предотвращения притока грунтовых вод в выработанное пространство.

Количество соляных рудников, ликвидированных «сухим» способом крайне ограничено. Главным образом это связано с отсутствием гарантии сохранности водозащитной толщи, невозможности доступа в горные выработки для контроля их состояния и принятия мер охраны в случае появления опасности возникновения аварийных ситуации. Эта проблема особенно актуальна для предприятий, расположенных в городской черте, где развитие оседаний и провалов может привести к разрушениям зданий, промышленных сооружений и инженерных объектов.

Прорыв пресной воды в выработанное пространство рудника, ликвидированного «сухим» способом», при отсутствии доступа в шахту и мониторинга состояния подработанного массива (маркшейдерского, геофизического, гидрологического, сейсмологического и др.) может привести к катастрофическим последствиям, вызванных растворением соляных пород, формированием газовоздушных скоплений и другими неблагоприятными факторами. В мировой практике известны случаи, когда негативные последствия проявились более чем через 100 лет после «сухой» ликвидации. Априори, очевидно, что для условий Верхнекамского месторождения «сухой» способ ликвидации рудников является неприемлемым, ввиду развитого процесса сдвижения, сложного геологического строения и отсутствия тем самым абсолютной гарантии сохранности ВЗТ во времени.

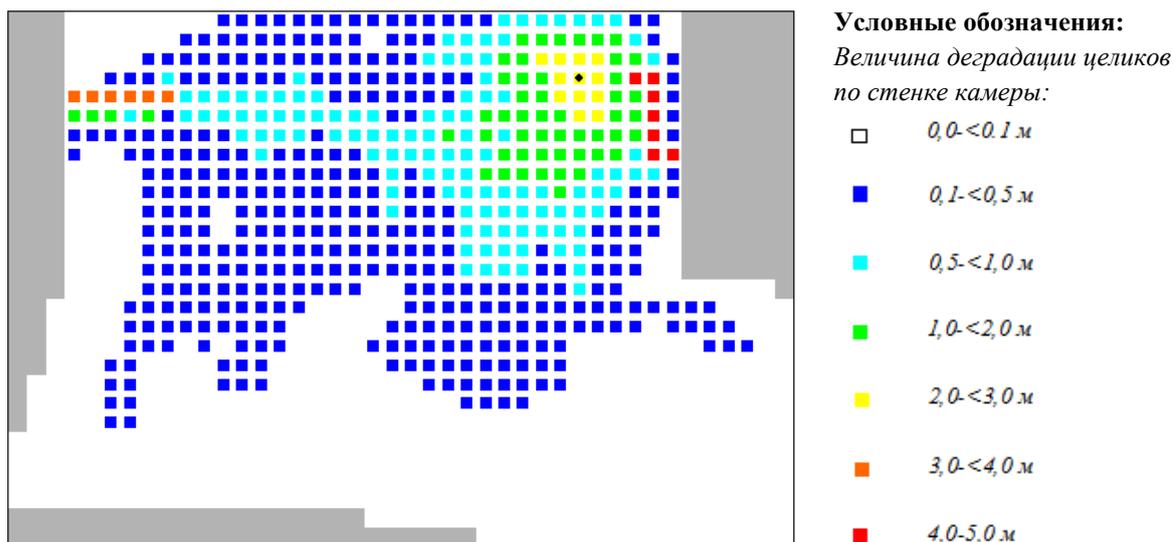


Рис. 2. Пример геохимического моделирования деградации междукамерных целиков вследствие их растворения

Мировой опыт отработки соляных и калийных месторождений свидетельствует о том, что наиболее безопасным вариантом их ликвидации является «мокрый» способ. На севере Германии для калийных рудников обязательство по контролируемому затоплению включено в государственное горное законодательство.

«Мокрая» ликвидация может осуществляться путем затопления рудников рассолами или поверхностными водами. Заполнение выработанного пространства рассолами снижает интенсивность размыва целиков и при полном затоплении рудника препятствует поступлению пресных вод в выработанное пространство. При этом для обеспечения полноты заполнения выработок рассолами места сброса должны располагаться в верхних точках соляных куполов. Поступающие рассолы постепенно заполняют весь объем пустот, не приводя к растворению целиков и закладочного массива.

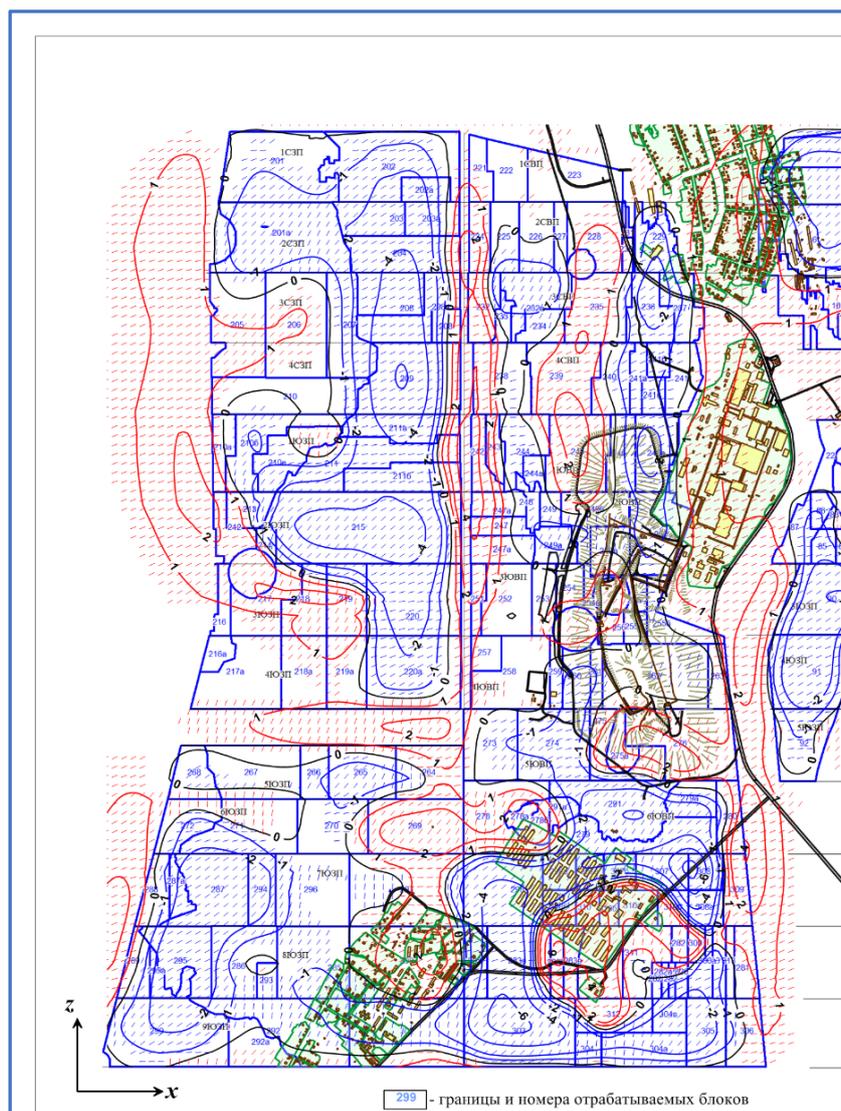


Рис. 3. Пример распределения и ориентации в плане максимальных деформаций растяжения (красное) и сжатия (синее) земной поверхности (мм/м) на конец процесса сдвижения

При затоплении рудника пресными водами выполняется моделирование процессов деградации целиков (рис.2). По результатам этих расчетов методами математического моделирования производится оценка деформаций земной поверхности, обусловленных растворением несущих элементов камерной системы разработки, вплоть до завершения процесса сдвижения (рис.3). По результатам этих оценок разрабатываются необходимые меры охраны поверхностных объектов. Одновременно на этом этапе выполняется анализ обеспечения сохранности ВЗТ как в процессе ликвидации рудника, так и в долгосрочной перспективе.

Результаты многовариантного геохимического и геомеханического моделирования позволяют определить оптимальный способ «мокрой» ликвидации. Возможны следующие варианты его реализации. Точечное заполнение выработанного пространства, приводящее к размыву пород в месте разлива, позволяет сконцентрировать негативные последствия в одном месте. Распределенное заполнение – обеспечивает равномерное растворение несущих элементов системы разработки по всей площади шахтного поля. Для исключения формирования локальных зон размыва требуется либо поэтапное заполнение горизонтов (начиная с самых глубоких), либо разделение шахтного поля непроницаемыми целиками или перемычками на изолированные зоны.

При вскрытии горными работами карналлита рекомендуется использование для затопления насыщенных рассолов по *MgCl*.

После затопления рудника исключается вероятность поступления в шахту вод из водоносных горизонтов. В случае отсутствия вскрытия пластов карналлитовых пород, склонных к высокой интенсивности выщелачивания, как правило, в долгосрочной перспективе не прогнозируется образование провалов, вызванных размытием вышележащих пород. Результаты маркшейдерских измерений оседаний земной поверхности свидетельствуют о снижении их скорости после затопления рудника вследствие формирования гидравлического подпора рассолов в выработанном пространстве. Неотъемлемым элементом ликвидации рудника является долгосрочный комплексный мониторинг процессов, сопровождающих затопление горных выработок [1]. Его реализация позволяет минимизировать негативные воздействия ликвидации на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барях А.А., Евсеев А.В. Ликвидация калийных рудников и соляных шахт: обзор и анализ проблемы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – №9. – С.5-29.

УДК 622.02+622.2

DOI:10.7242/echo.2019.4.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ВОЛЬФРАМОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ КАТПАР ПРИ ОБЪЕМНОМ НАГРУЖЕНИИ

В.С. КУЗЬМИНЫХ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Проведены испытания горных пород месторождения «Северный Катпар» (Казахстан) на объемное сжатие. Испытания проводились на сервогидравлическом испытательном комплексе «MTS-815» при постоянном боковом давлении составляющем 2,5, 5,0 и 10,0 МПа с построением полных диаграмм деформирования. По результатам испытаний получены параметры паспорта прочности Кулона-Мора – сцепление и угол внутреннего трения.

Ключевые слова: Горная порода, паспорт прочности, объемное сжатие, диаграмма деформирования.

Месторождение Северный Катпар расположено в республике Казахстан. По результатам геологической разведки запасы месторождения составляют порядка 90 тыс. тонн вольфрама и 13 тыс. тонн молибдена. Так как продуктивные пласты залегают близко к дневной поверхности их отработку целесообразно осуществлять открытым способом. Вследствие недостаточной изученности комплекса инженерно-геологических, гидрогеологических и технологических факторов при отработке месторождения одной из основных проблем является устойчивость бортов карьера, для оценки которой необходима информация по физико-механическим свойствам, слоистости, трещиноватости и проявлению ползучести в горных породах. Из перечисленных показателей определяющими являются угол внутреннего трения и величина сцепления.

С целью получения геомеханических параметров оценки устойчивости бортов карьера проведен комплекс экспериментальных исследований горных пород в условиях объемного сжатия. Исследуемые породы представлены диоритами, алевролитами, алевропесчаниками, а также мраморизованными известняками, имеющими слабую, умеренную и сильную трещиноватость с прослойками глины и прожилками гидро-