

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

### ECOLOGICAL, ECONOMIC AND SOCIAL CONSEQUENCES OF EMERGENCIES ON POTASH MINES

*Tatiana PONOMARENKO*  
*Saint-Petersburg State Mining Institute*

#### **Аннотация:**

Рассмотрены последствия аварийных ситуаций на калийных рудниках в России, Польше, Германии, Канаде, связанные с газодинамическими явлениями и внезапными мощными водо- и рассолопритоками. Показаны примеры как аварийного затопления шахт, так и успешного проведения ряда мероприятий по защите от водопритоков. Систематизированы экологические, экономические и социальные последствия аварий. Выделены масштабные последствия крупных аварий для корпоративного, регионального и национального уровня. Проанализирован опыт возмещения причиненного ущерба в российских калийных компаниях.

#### **Abstract:**

An increase in the marine transportation with growing requirement for electricity by the ships both result in is the increased pollution of the air generated by the ships. This is important for the ports. A comparison among different sources of air pollution produced by the ships in the ports is presented in this article. The estimation of the magnitude of air pollutants emitted by the ships in ports is necessary for the proper economic activity of the port. It also creates the basis to determine the impact of the port work on the environment. The authors present a methodology of calculating emissions from ships at berth in ports.

**Ключевые слова:** аварийные ситуации, возмещение ущерба, экологические, экономические, социальные последствия

**Key words:** emergencies, damage compensation, ecological, economic, social consequences

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Добыча минерального сырья может сопровождаться катастрофическими последствиями, связанными с недостаточно изученными геологическими аномалиями строения месторождений, случайным сочетанием природных и техногенных факторов, ошибками при проектировании горных работ и эксплуатации месторождений. При разработке калийно-магниевых солей основную опасность представляют газодинамические явления и внезапные мощные водо- и рассолопритоки. Количество таких ситуаций измеряется сотнями, начиная с первых аварий в конце XIX в. В мировой калийной отрасли «опытом» аварийного затопления шахт и рудников, в основном, обладают две страны: Канада и Германия.

#### **АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ**

Выброс значительной разрушительной силы, спровоцированный горными работами, произошел в 1953 г. на шахте «Менценграбен» (Германия), в результате выделилось несколько сотен тысяч кубометров газа и выброшено около 100 тыс. т соли.

Разрушения горных выработок были катастрофическими и распространились даже на соседнюю шахту: полностью нарушена вентиляция, уничтожено шахтное оборудование, разрушена железобетонная крыша шахтного ствола. На калийном месторождении в районе Южный Гарц (Германия) выбросы соли и газа регистрировались с начала эксплуатации рудников, наиболее крупный выброс (около 4 тыс. т соли) произошел в 1954 г. на шахте им. Томаса Мюнцера, всего зафиксировано более 150 явлений [1].

В Польше выбросы соли и газа зарегистрированы на калийном месторождении в районе Кяиви на шахтах «Кладова» и «Инвродлав» [1]. Выбросы локализовались в зонах тектонических нарушений, большинство выбросов произошло при взрывных работах. Количество выброшенной соли составляло от нескольких десятков до сотен тонн. Выбросы соли приводили к завалам и разрушению горных выработок и подземных сооружений и сопровождалась выделением метана, азота, тяжелых углеводородов и инертных газов. При отработке калийных пластов на шахтах Эльзаса во Франции произошло несколько десятков внезапных выбросов соли и газа из почвы

выработок интенсивностью 200-300 т соли и от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup> газа [1].

С начала отработки третьего калийного пласта Старобинского месторождения в Республике Беларусь зафиксировано более 300 газодинамических явлений с максимальной интенсивностью до 620 т. Наиболее мощный внезапный выброс интенсивностью около 600 т соляных пород и газа произошел в 1972 г на Третьем Солигорском руднике при проведении блокового транспортного штрека [2].

Выделение газов отмечалось при бурении скважин с поверхности на Иnderском месторождении (Республика Казахстан). Суффлярные выделения газов на калийных рудниках Германии во многих случаях отличаются большим дебитом и продолжительностью действия [1]. Наиболее крупномасштабные выделения газов в подземные горные выработки сопровождали массовые внезапные разрушения и обрушения междукамерных целиков или пород кровли в выработанном пространстве. Так, на руднике «Глюкауф» в отработанной камере обрушилось 1000 кубометров соли, а выделившийся при этом газ взорвался. На калийном руднике «Крюгерсгалль» (район Галле) после 35 лет его эксплуатации, в течение нескольких минут обрушилось выемочное поле длиной 2000 м и шириной 300 м. На руднике «Кайзерода» (район Верра) произошло массовое разрушение «жестких» поддерживающих целиков, которое повторилось дважды, в середине 70-х годов, и в конце 80-х годов. Разрушение было настолько интенсивным, что привело к возникновению сейсмического сигнала с магнитудой в 5,5 балла [1].

Наибольшую опасность для калийных и соляных рудников представляют внезапные прорывы в горные выработки пресных или слабонасыщенных рассолов. В мировой практике по этой причине было затоплено и не подлежало восстановлению около 80 калийных и соляных рудников преимущественно на территории Германии.

Строительство шахты «Ассе I» (Страсбург, Германия) было начато в 1899 г. для добычи карналлита. В 1905 г. скважиной был вскрыт рассол хлористого магния. Невозможность возведения гидроизолирующих перемычек привела к затоплению рудника в 1906 г. В этом же году началось строительство новой шахты «Ассе II» глубиной 750 м и нового рудника. Над калийным пластом находился пласт каменной соли мощностью 250 м, отделяющий горные выработки от вышележащего водоносного горизонта. В 1911 г. началось строительство еще одного ствола «Ассе III». В 1922 г. резкое увеличение водопритоков не было остановлено, и в 1924 г. рудник был ликвидирован. Причина аварии – недостаточная информация о гидрогеологических особенностях и тектонических нарушениях данного шахтного поля [1].

В 1985 г. был затоплен калийный рудник около г. Эстерхази в канадской провинции Саскачеван. В июне 1997 г. была затоплена шахта New Brunswick. В то же время в Канаде имеется много случаев успешной борьбы с водо- и рассолопроявлениями в горных выработках для ликвидации аварии и спасения отдельных шахтных стволов и рудников в целом. Так, строительство рудника «Ванской» было закончено в 1969 г., а в 1970 г. вследствие образования водопроводящего канала от водонасыщенных пород в течение 5 суток рудник был затоплен, и вода стала

подниматься в стволах. Успешно проведенные мероприятия по защите от водопритоков позволили изолировать место прорыва. В 1971 г. рудник полностью освободили от воды, и с 1972 г. возобновилась добыча руды.

На Солотвинском месторождении калийных солей (Украина) на двух рудниках произошли прорывы надсолевых вод в выработанное пространство, в результате чего рудники были затоплены. В 1978 г. в добычные камеры рудника, разрабатывающего Стебниковское месторождение (Украина), начали поступать рассолы, постепенно их приток достиг 1200 м<sup>3</sup>/сут. Первоначально рассол из шахты откачивали на поверхность в шламохранилище, но в 1983 г. дамба хранилища была прорвана и в р. Днестр хлынуло около 5 млн. кубометров рассола. После этого рудник был остановлен.

Аналогичных горнотехнических и горно-геологических условий на калийных и соляных месторождениях имеется значительное количество. При этом аварии, произошедшие на калийных рудниках Верхнекамского месторождения, отличаются спецификой. До 2011 года на месторождении работали две крупные компании – ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит», примерно равные по объему производства, численности работников, технико-экономическим показателям. В 2011 году компании объединились, став объединенной компанией ОАО «Уралкалий». В деятельности обеих компаний за последние 20 лет было несколько крупных аварий, имевших значительные производственные, экологические, социальные и экономические последствия.

В июле 1986 г. Третий рудник ОАО «Уралкалий» был затоплен в результате прорыва рассолов, расплывшихся над соляными отложениями, в выработанное пространство. Рассолопроявления начались в январе, с общим количеством рассолов, поступивших в рудник, около 15 млн. м<sup>3</sup>. В процессе выщелачивания солей произошло обрушение земной поверхности с образованием провала (воронки) длиной от 60 до 80 м и шириной от 40 до 50 м [3]. Наличие горючих газов в калийных солях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей было обнаружено впервые при бурении разведочных скважин с поверхности. Подземный газовый пузырь привел к провалу на третьем руднике ОАО «Уралкалий».

В январе 1995 г. на Втором руднике ОАО «Сильвинит» произошла авария, в результате которой мгновенно разрушились междукамерные целики, обрушились породы кровли очистных камер, междупластий с одновременным выделением и вспышкой природных газов. Объем разрушенных пород составил около 3 млн. м<sup>3</sup>, выделился примерно 1 млн. м<sup>3</sup> газа. Несколько сейсмических станций зафиксировали сейсмический сигнал длительностью 4 мин с магнитудой 3,8 балла. Разрушение сопровождалось мгновенным (в течение суток) оседанием земной поверхности над очагом до 4,5 м [3].

В октябре 2006 г. произошел прорыв рассола в горные выработки первого рудника ОАО «Уралкалий» (общий объем горных выработок этого старейшего рудника, разрабатывавшегося с 1938 года, оценивается в 85 млн. м<sup>3</sup>), спасти который от затопления не удалось. Повышенный приток рассолов в рудник, по-видимому, стал следствием разрыва

водозащитной толщ, произошедшего в одной из неразрабатываемых частей рудника. После десяти дней борьбы за спасение рудника подземные работы были прекращены, горняки выведены на поверхность, никто из людей не пострадал. Скоротечность развития аварии не оставила возможности подъема находившегося в подземных выработках оборудования без риска для жизни людей [4]. После начала затопления ученые спрогнозировали обрушение поверхностных пород в зоне прорыва вод с образованием провала, что и произошло. К концу ноября 2008 года было зафиксировано полное затопление рудника и резкое замедление скорости расширения провала.

ОАО «Уралкалий» выполнил целый комплекс мер после аварии на руднике. Все шахтные стволы были засыпаны солеотходами. В провале земной поверхности, который не ликвидирован, рассолы приближаются к поверхности, что может привести к их разливу по территории промышленной площадки (обогащительный комплекс действует на привозном сырье), попаданию в р. Кама, затоплению железнодорожной станции Березники. Для предотвращения опасности разлива рассолов вокруг провала построена ограждающая дамба. Провал не был ликвидирован по экономическим соображениям и в силу отсутствия соответствующих нормативных требований по данному вопросу [3]. Был закрыт подход к провалу, запрещен провоз опасных грузов (хлор и аммиак) по железнодорожной линии, находившейся в нескольких десятках метров, введен сейсмологический мониторинг проседаний грунта. «Уралкалий» сосредоточился на локализации последствий аварии, перенастройке производства, переводе работников на непострадавшие объекты, налаживании мониторинга развития геологической обстановки в зоне аварии и во всем городе. Главный риск, связанный с проседаниями и потенциальными провалами грунта, в результате затопления шахтных выработок первого рудника ОАО «Уралкалий» практически снят – город получил единый огромный «фундамент» в виде рассольной подушки с давлением 20 атмосфер, «подпирающей» город снизу [4].

Основные последствия масштабных аварийных ситуаций на горных предприятиях проявляются в форме экологических, социальных, экономических ущербов.

#### *Экологические последствия*

В июле 2007 г. на месте прорыва рассолов в промзоне рудоуправления № 1 ОАО «Уралкалий» произошел обвал грунта. Размеры воронки составили 40 на 60 м, глубина – 15 м. Размеры провала постоянно увеличивались и достигли к началу 2009 г. 443 на 328 м, глубина составила 90 м, дно воронки постепенно заполнилось водой. Данная аварийная ситуация некоторыми специалистами рассматривается как крупнейшая техногенная катастрофа, уже произошедшая в России в 21 веке [4].

#### *Социальные последствия*

Город Березники численностью 160 тыс. жителей построен в непосредственной близости (в пределах 500 м) от Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей, других примеров строительства города такого размера над солевыми выработками за пределами России нет. При проектировании и стро-

ительстве в 30-е годы первых рудников предполагалось, что месторождение имеет благоприятные горно-геологические условия залегания для безопасной разработки камерной системой с оставлением «жестких» междукамерных целиков, поддерживающих налегающую толщу пород, и горные работы не будут представлять опасности для жизнедеятельности предприятий и находящихся на подрабатываемой территории сооружений. В результате города Соликамск и Березники оказались частично на подработанной территории. Первое рудоуправление «Уралкалия» располагается непосредственно под центральной частью города Березники. В городе расположено несколько опасных предприятий: титано-магнийный комбинат «Ависма», химические гиганты «Бератон» и «Азот».

Пустоты под городом начали закладывать еще в 1970-х гг. С 2002 года после принятия областной программы "Обеспечение безопасности жизнедеятельности города Березники" закладка велась особенно интенсивно. В течение последних четырех лет в подземные выработки было заложено более 23 млн. т отходов калийного производства - каменной соли и глины [5].

#### *Экономические последствия*

На первом рудоуправлении ОАО «Уралкалий» осуществлялась добыча карналлита, используемого для производства магния на комбинате «Ависма» и Соликамском магниевом заводе. «Ависма» покупала карналлит у «Уралкалия», но после аварии была вынуждена переориентироваться на закупку сырья у ОАО «Сильвинит». Чтобы снабжать карналлитовым концентратом сразу двух потребителей, ОАО «Сильвинит» пришлось за очень короткое время увеличить производство руды в два раза. Форсирование темпов добычи негативно сказалось на обеспечении безопасности производства. В результате были спровоцированы газодинамические явления в шахте первого рудоуправления, отчего на руднике обрушилась кровля на участке примерно 7 на 19 м [5]. Расследовавшая эту аварию комиссия Ростехнадзора рекомендовала компании снизить темпы добычи сырья. Таким образом, одна крупная авария едва не вызвала «эффект домино» на российских калийных рудниках.

Непосредственно в зоне провала находятся два важных транспортных объекта – железная дорога Пермь-Соликамск и газопровод, снабжающий газом местную ТЭЦ. В 2006 г. были прекращены пассажирские перевозки по аварийному участку. Авария на руднике ОАО «Уралкалий» ограничила транспортную доступность Березников и Соликамска, т.к. были отменены поезда на Москву, Екатеринбург, электрички. На «полуизолированном» участке Березники-Соликамск с мая 2007 г. стал курсировать одновангонный рельсовый автобус «РА-1», работающий на дизельном топливе, совершающий 4 рейса в день между городами Верхнекамского промышленного узла. Ухудшилось транспортное обслуживание аварийного района города. Опасность возможных техногенных катастроф привела к разработке РАО «Российские железные дороги» проекта строительства 53-километрового обходного пути. Финансирование проекта в сумме 9 млрд. руб. будет осуществляться на паритетных началах РЖД, федеральным бюджетом, горными предприятиями.

Газопровод был переложен в обход опасного участка. В январе 2007 г. на территории БКРУ-1 была введена в эксплуатацию временная однопутная железнодорожная линия протяженностью около 800 м. Она позволила частично решить проблему транспортировки грузов предприятий Березниковско-Соликамского узла. Рост провала в сторону железной дороги потребовал еще одного переноса железнодорожного пути на восток. Перевозка по железнодорожному пути опасных грузов (хлора, кислот и др.) ограничена и проводится с особыми мерами предосторожности.

Авария на БКРУ-1, производившего 27% минеральных удобрений ОАО «Уралкалий», а также возникшая угроза прекращения поставок с «Сильвинита» в связи с высокой вероятностью прекращения железнодорожного сообщения, стимулировали панические ожидания роста дефицита калийных удобрений на мировом рынке.

В конце 2006 г. комиссия Ростехнадзора установила, что техногенная авария в Березниках произошла по причинам, не зависящим от «Уралкалия». В 2008 г. расследование было возобновлено. Рынок отреагировал на новость панически - курсы акций «Уралкалия» в Лондоне и Москве рухнули более чем на 60%, а аналитики начали оценку размеров потенциальных денежных претензий к «Уралкалию». Размер возможных претензий оценивался в размере от 200 млн. до 20-50 млрд. долларов. Нижняя граница оценки - расходы на строительство участка железной дороги, погашение затрат на перенос энергетических объектов из зоны аварии и затрат бюджетов города и края на расселение жителей - посильна для компании. Верхняя граница потенциальных претензий включала приблизительную оценку запасов калийных и магниевых солей, потерянных в затопленном руднике (120 млн. т сильвинита и карналлита), собственником которых является государство. Компания с годовой выручкой 1,5-2 млрд. долларов эту сумму выплатить не смогла бы, поэтому «Уралкалию» могло грозить банкротство и смена собственника. Государство могло потребовать от «Уралкалия» компенсацию в 14,7 млрд. руб. После появления этой информации на рынке капитализация «Уралкалия» на биржевых торгах упала почти в три раза - до рекордно низкой оценки в 2,8 млрд долл [5].

## ВЫВОДЫ

Аварии на горных предприятиях, особенно крупные, приводят к колоссальным негативным экологическим, социальным и экономическим последствиям.

Экологические последствия аварий на рудниках проявляются в обрушениях и провалах земной поверхности, подтоплении, загрязнении водоемов, причинении ущерба почвенному слою, лесным ресурсам, т.е., практически всем видам природных ресурсов.

Социальные последствия могут быть весьма существенными и проявляться на муниципальном и региональном уровнях. Основные последствия и их компенсация включают переселение населения из опасных зон, ухудшение транспортной и социальной инфраструктуры в городах и в регионе, возможные несчастные случаи на производстве, сокращение персонала и снижение оплаты труда при закрытии рудников и снижении объема производства и другие негативные результаты.

Экономические последствия оказывают влияние как на компанию, так и на состояние региональной и национальной экономики (внешние эффекты) и оцениваются количественно в стоимостном выражении. На корпоративном уровне к экономическим последствиям относятся: экологические штрафы, штрафные санкции за нарушение условий контрактов, досрочное прекращение контрактов, инвестиции в транспортную инфраструктуру, разрушенную аварией, дополнительные расходы по ликвидации рудников, закрытие рудников, необходимость изменения организации производства, снижение объемов добычи и производства товарной продукции, ухудшение экономических показателей, потеря части оборудования, увеличение транспортных расходов в связи с ростом расстояния транспортировки, ограничения транспортировки грузов, дополнительные расходы на научные исследования и мониторинг последствий аварии, а также снижение капитализации компании на фондовых рынках.

На уровне региональной, национальной и глобальной экономики экономические последствия проявляются в потере запасов минерального сырья, значительном снижении объемов производства и возможном изменении структуры рынка. Для системообразующих отраслей экономики, к которым относится производство минеральных удобрений, такие экономические последствия могут повлиять на продовольственную безопасность страны.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лаптев Б.В.: Историография аварий при разработке соляных месторождений. Безопасность труда в промышленности. № 12. 2011. С. 41-46.
- [2] Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В.: Основы механики горных пород. Недра. Л. 1989, 488 с.
- [3] Лаптев Б.В.: Аварийные ситуации на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей. Безопасность труда в промышленности. № 8, 2009. С. 28-31.
- [4] [http://www.expert.ru/printissues/expert/2008/49/ nedra\\_strozhe\\_sechina](http://www.expert.ru/printissues/expert/2008/49/ nedra_strozhe_sechina) (05.04.2012).
- [5] <http://www.uralkali.com> (10.04.2012).