

УДК 622.83

Сашурин Анатолий Дмитриевич
доктор технических наук,
заведующий отделом геомеханики,
Институт горного дела УрО РАН
620219, г. Екатеринбург,
ул. Мамина - Сибиряка, 58
e-mail: sashour@igd.uran.ru

Мельник Виталий Вячеславович
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией технологии сниже-
ния риска катастроф при недропользовании,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: melnik@igduran.ru

Усанов Сергей Валерьевич
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией
сдвижения горных пород,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: usv@igduran.ru

Балек Александр Евгеньевич
доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории гео-
механики подземных сооружений,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: balek@igduran.ru

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация:

*Рассмотрены проблемы обеспечения безопасно-
сти использования территорий, нарушенных
при разработке месторождений полезных иско-
паемых в период и после ликвидации горнодобы-
вающих предприятий.*

*Выявлены основные виды опасностей, определя-
ющие их факторы и специфика проявления при
открытом и подземном способах разработки.
Определены состав системы мониторинга и
программы его проведения.*

Ключевые слова: горнодобывающее предприя-
тие, ликвидация, опасность, безопасность, мо-
ниторинг

Sashourin Anatoly D.
Doctor of technical sciences,
the head of geo-mechanics department,
The Institute of Mining UB RAS
620219, Yekaterinburg,
Mamin-Sibiryak st., 58
e-mail: sashour@igd.uran.ru

Melnik Vitaly V.
candidate of technical sciences,
the head of the laboratory of reducing catastrophes'
risk by mineral resources management,
the Institute of Mining UB RAS
e-mail: melnik@igduran.ru

Usanov Sergey V.
candidate of technical sciences,
the head of the rocks' displacement laboratory,
The Institute of Mining UB RAS
e-mail: usv@igduran.ru

Balek Alexander E.
doctor of technical sciences,
leading research worker of the laboratory
of subsurface installations' geo-dynamics,
The Institute of Mining UB RAS
e-mail: balek@igduran.ru

THE PROBLEMS OF SAFETY ON MINING PLANTS LIQUIDATION

Abstract:

*The problems of ensuring the territories' safety, dis-
turbed by mining the deposits of mineral resources
during and after mining plants liquidation are
viewed.*

*The main kinds of risks as well as defining factors
and specific character of their manifestation by
open pit and subsurface mining are revealed. Both
the structure of monitoring system and program of
its performance are determined.*

Key words: mining plant, liquidation, risk, safety,
monitoring

В деятельности каждого горнодобывающего предприятия, независимо от вида полез-
ного ископаемого, в крупном плане условно можно выделить три основных периода – про-
ектирование и строительство, эксплуатация, ликвидация. Им присущи свои специфичные
проблемы и сложности, требующие затрат на их решение, которые в той или иной мере
напрямую или опосредованно ложатся на стоимость выпускаемой продукции. Но как бы
долго ни существовало горное предприятие, рано или поздно запасы полезного ископаемого

иссякают и встает вопрос о его ликвидации – логическом завершении всего цикла недропользования.

При всех способах разработки месторождений: открытом, подземном, комбинированном – по ее завершению на горном отводе и прилегающих территориях, используемых для технологических целей, остаются разнообразные техногенные нарушения исходных природных условий, которые зависят от способа разработки, параметров залегания месторождения, объемов добычи и многих других факторов. В соответствии с требованиями федерального «Закона о недрах» пользователь обязан привести участки земли и другие нарушенные природные объекты в состояние, пригодное для их дальнейшего использования. Насколько кратко сформулировано в законе это требование, настолько сложна его практическая реализация.

Проблемы приведения нарушенных участков земли в пригодное для безопасного использования состояния по своей специфике можно подразделить на два вида: экологические проблемы, связанные с восстановлением или созданием экологически приемлемых условий на нарушенных участках; проблемы обеспечения безопасности использования нарушенных территорий. Творческий коллектив Уральской школы геомехаников ИГД УрО РАН, сотрудничающий на протяжении многих лет с членом-корреспондентом РАН В.Л. Яковлевым [1], в соответствии со своей специализацией проводит исследования по второму виду – по факторам пригодности нарушенных территорий, обеспечивающим безопасность их использования после разработки месторождений твердых полезных ископаемых.

Актуальность этого направления научных исследований обусловлена спецификой минерально-сырьевого комплекса Уральского региона, в котором традиционно преобладает добыча открытым и подземным способами угля, железных и медных руд, нерудных и других видов твердых полезных ископаемых. Во-первых, Уральский регион относится к одной из старейших горнодобывающих провинций России, в которой на многих месторождениях отработка запасов либо завершилась, либо подходит в ближайшие годы к завершающему этапу. Во-вторых, многие горные предприятия исторически выступают в качестве градообразующих. Города и населенные пункты Урала создавались и функционировали как поселения заводского типа, где нарушенные территории граничили, а часто и тесно переплетались с селитебными территориями. Кроме того, в соответствии с федеральным законом «О промышленной безопасности» процесс недропользования (горные работы) относится к опасным видам работ. Причем опасность, присущая ему на всех этапах разработки месторождения, на стадии ликвидации шахт и карьеров не только не уменьшается, но в значительной мере возрастает и усложняется.

В горнодобывающей практике Урала ликвидация шахт и карьеров не нова. Предшествующая практика, регламентировавшаяся соответствующими нормативными документами, не создавала серьезной опасности для промышленной и социальной инфраструктуры. Для ликвидируемых предприятий вследствие их небольших мощностей характерны были преимущественно проблемы экологического характера, вызванные подтоплением территорий, нарушением плодородия земель, сложностями повторного использования подработанных земель в зонах сдвижения горных пород.

С наступлением периода ликвидации крупных горнодобывающих предприятий с масштабным воздействием на окружающую среду, в первую очередь на напряженно-деформированное состояние значительных областей массива горных пород, проблемы ликвидации смещаются в область повышения опасности для промышленной и социальной инфраструктуры. В настоящее время в Институте ведутся исследования по обеспечению безопасности при предстоящей ликвидации Коркинского угольного разреза (г. Коркино), шахты Медной (г. Краснотурьинск) и шахты Магнетитовой (г. Нижний Тагил), находившихся в

эксплуатации от 80 до 250 лет. Эти объекты по праву можно отнести к крупнейшим горнодобывающим объектам не только Урала, но и России.

При ликвидации горнодобывающих предприятий такого масштаба возникают типичные для недропользования проблемы и опасности, присущие как объектам с подземным, так и с открытым способом разработки месторождения. Каждому объекту свойственны свои особенности развития тех или иных опасных процессов и явлений, определяемых горно-геологическими условиями разработки, параметрами месторождения и многими другими факторами. Но в природе их проявления, тяжести социальных последствий наблюдается определенная общность. Во-первых, одним из негативных последствий недропользования является неизбежное нарушение хрупкого динамического равновесия природной среды. Оно происходит во всех сферах окружающей природы, но с позиций безопасности особое место занимает нарушение исходного напряженно-деформированного состояния массива горных пород, в результате которого формируется область влияния недропользования со вторичным напряженно-деформированным состоянием. Трансформация исходного напряженно-деформированного состояния в процессе горных работ сопровождается различными негативными процессами геомеханического характера, создающими трудности обеспечения безопасности, решаемые по ходу производства.

Во-вторых, несмотря на решение текущих задач безопасности в процессе разработки месторождения, реальной действительности присуще их накопление и, вследствие этого, возрастание остроты негативных, а нередко и катастрофических последствий недропользования в течение всего периода эксплуатации месторождения.

В-третьих, чем крупнее объект недропользования, тем масштабнее нарушения природной среды, тем значимее, а возможно, и трагичнее последствия его эксплуатации.

И наконец, отнесение мер предупреждения катастрофических последствий недропользования на последующие периоды всю остроту их проявления переносит на заключительный этап – на погашение эксплуатации месторождения.

В соответствии с «Законом о недрах» и Инструкцией о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами, расходы на реализацию мер по приведению области влияния горных разработок в безопасное состояние ложатся на собственника горного предприятия. При длительном сроке существования рассматриваемых предприятий происходила смена собственников, и поэтому возникает не совсем нормальная ситуация: все затраты приходятся на последнего собственника.

Коркинский разрез относится к категории наиболее масштабных горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки, после ликвидации которых возникает обширный комплекс опасностей для окружающего населения и промышленной инфраструктуры. К основным из них, захватывающим непосредственно прилегающие, а также достаточно удаленные территории, относятся:

- оползневые процессы в бортах разреза;
- деформационные процессы прибортовых массивов горных пород и окружающих территорий земной поверхности, прилегающей к разрезу;
- современные геодинамические движения массива горных пород и земной поверхности;
- наведенная сейсмичность и опасность возникновения техногенных землетрясений.

Оползневые процессы в бортах разреза постоянно сопровождали разработку Коркинского месторождения, создавая угрозу безопасности персонала и технологического обо-

дования. В период разработки аварийные ситуации оползневой характер не распространялись за границы разреза, их локализовали. При затоплении разреза при его ликвидации водные массы могут вносить существенные изменения в механизм оползневых процессов и их последствий за счет вытеснения оползневыми массами воды. В зависимости от скорости смещения, объемов сползающих масс и уровня затопления разреза оползень может вызвать резкий подъем воды с образованием выплескивающих на земную поверхность волн. В качестве примера подобного развития оползневой процесса может служить катастрофа, произошедшая в 1963 году на водохранилище итальянской гидроэлектростанции Вайонт. Склон горы длиной 2 км, шириной почти километр сполз за 45 секунд в чашу водохранилища. Образовавшийся всплеск воды высотой около 250 м перелился через плотину и снес на своем пути пять деревень, погибло около трех тысяч человек.

Деформационные процессы прибортовых массивов горных пород и прилегающих территорий происходили в период эксплуатации Коркинского разреза, и на его восточном борту возникла необходимость сноса жилых объектов поселка Роза. С затоплением разреза уровень сдвижений и деформаций будет возрастать за счет снижения прочности по структурным нарушениям массива горных пород.

Важную роль в нарушении устойчивости различных объектов играют современные трендовые и циклические геодинамические движения, причем воздействие их на здания и сооружения может достигать критических значений как в районах влияния горных разработок, так и вне их [2].

К современным геодинамическим движениям близко примыкает наведенная сейсмичность, или техногенные землетрясения. Формирование вторичного напряженно-деформированного состояния в области влияния горных разработок нередко сопровождается сейсмическими событиями, способными разрушить промышленные и социальные объекты, оказавшиеся в зоне их влияния [3].

Ликвидация шахты Магнетитовая сопряжена с рядом осложнений, связанных с длительным сроком разработки Высокогорского железорудного месторождения, затронувшей значительные объемы массива горных пород в плане и по глубине, и нахождением разрабатываемого шахтного поля в городской черте. Задачи охраны от подработки объектов промышленной и социальной инфраструктуры самого рудника и города тесно переплелись с задачами развития горных работ. На стадии разработки месторождения обеспечение безопасности осуществлялось в условиях дренирования подземных вод шахтным водоотливом. В случае осуществления «мокрой» ликвидации шахты обводнение подработанных массивов пород существенно изменит геомеханические условия и потребует обоснованного пересмотра мероприятий по обеспечению безопасности объектов инфраструктуры на земной поверхности.

Взаимосвязь шахты Магнетитовая со всем комплексом горных разработок на месторождении порождает обширный комплекс опасностей, характерных как для ликвидируемых подземных выработок, так и для открытых, отмеченных относительно Коркинского разреза. К основным из них, захватывающим непосредственно прилегающие, а также достаточно удаленные территории, относятся:

- активизация деформационных процессов сдвижения горных пород на подработанных территориях в сложившейся мульде сдвижения в городской черте и в промышленной зоне, вызванная затоплением шахты и формированием новой гидрогеологической обстановки в области влияния разработки месторождения;
- развитие оползневых процессов на объектах техногенного рельефа (борта карьеров, откосы отвалов и др.), попадающих в области изменения гидрогеологической ситуации и продолжения формирования вторичного напряженно-деформированного состояния;

- подтопление объектов промышленной и социальной инфраструктуры, обусловленное формированием новой гидрогеологической обстановки;

- наведенная сейсмичность, или опасность возникновения техногенных землетрясений, вызванная усугублением нарушения динамического равновесия природной среды и снижением прочностных свойств массива горных пород при его обводнении. Следует отметить, что в области влияния разработки Высокогорского месторождения в период эксплуатации шахты в октябре 2009 года произошло наведенное сейсмическое событие магнитудой 2,3 балла, нарушившее грузовую железнодорожную станцию Гора Высокая (см. фото).



Нарушение железнодорожной станции техногенным землетрясением в зоне влияния горных работ шахты Магнетитовая в г. Нижнем Тагиле 01.10.2009 г.

Относительно прогнозирования проявления сейсмических событий на стадии затопления выводы пока неоднозначны. Обводнение пород и структурных нарушений, с одной стороны, облегчит подвижки и возможность возникновения сейсмических событий, а с другой – может способствовать их плавному протеканию без сейсмического эффекта.

Таким образом, проблема ликвидации горнодобывающих предприятий, отработавших свой срок, приобретающая для Урала как одного из старейших горнодобывающих регионов все большую актуальность, сопряжена с необходимостью обеспечения безопасности объектов окружающей промышленной и социальной инфраструктуры. Для уральских предприятий актуальность этой проблемы усиливается спецификой исторически сложившихся городов-заводов.

Литература

1. Яковлев В.Л. Геомеханические аспекты проблемы открытой разработки месторождений / В.Л. Яковлев, А.Д. Сашурин, А.В. Зубков, А.В. Яковлев // ФТПРПИ. – 2001. - № 4. – С. 32 – 35.
2. Сашурин А.Д. Современная геодинамика и безопасность объектов недропользования / А.Д. Сашурин // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. - № 10. – С. 329 – 333.
3. Сашурин А.Д. Роль современной геодинамики в развитии природно-техногенных катастроф в среде недропользования / А.Д. Сашурин // Геомеханика в горном деле: доклады науч.-техн. конф. 14 - 15 октября 2009 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2009. - С. 158 - 164.