УДК 622.271

С.П.РЕШЕТНЯК, *д-р техн. наук, советник исполнительного директора, reshetnyak@spbgipro.ru*
ООО «СПб-Гипрошахт»
Ю.В.ФЕДОТОВА, *канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, root@goi.kolasc.net.ru*
Горный институт Кольского научного центра РАН
В.В.ДОРОШЕНКО, *вед. инженер-проектировщик, reshetnyak@spbgipro.ru*
ООО «СПб-Гипрошахт»

S.P.RESHETNYAK, *Dr. in eng. sc., advisor to CEO, reshetnyak@spbgipro.ru*
Saint Petersburg, Hyproshakht Co.
Yu.V.FEDOTOVA, *PhD in eng. sc., senior research assistant*, root@goi.kolasc.net.ru
Mining Institute of the Kola Research Center RAS
V.V.DOROSHENKO, *leading designer, reshetnyak@spbgipro.ru*
Saint Petersburg, Hyproshakht Co.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОЕКТА ЗАКРЫТИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Недра – это не только источник минерально-сырьевых ресурсов, но и место размещения захоронений промышленных и хозяйственно-бытовых отходов, хранилищ нефти и газов, среда возведения подземных сооружений, создания заповедников и памятников природы. Разноцелевое и с каждым годом все более интенсивное освоение подземного пространства оказывает значительное воздействие на экосистемы и все их компоненты.

Особо следует обращать внимание на рельеф, являющийся верхней границей литосферы, и подвергающийся наиболее сильному влиянию процессов техногенеза. Эти изменения происходят в результате активизации и возникновения природно-техногенных процессов. Как правило, эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются деформации вмещающих пород и земной поверхности: истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод, затопление и заболачивание подработанных территорий, обезвоживание и засоление почв, загрязнение атмосферного воздуха, изъятие земельных площадей из хозяйственного оборота и др.

***Ключевые слова*:** горное предприятие, закрытие, консервация, ликвидация, мониторинг, рекультивация.

SYSTEMATIZATION OF FACTORS TO BE CONSIDERED IN MINE ABANDONMENT DESIGN

Subsoil is not just a source of mineral resources; it also serves as a burial site of industrial and domestic wastes, a storage place for oil and gas, and an environment for constructing underground facilities and creating preservations and nature sanctuaries. Subsoil area development is intensified and diversified with each passing year, exerting great influence on ecological systems and all their components.

Special attention should be paid to terrain as upper facet of lithosphere, submitted to maximal impact of anthropogenic processes. Activation and emergence of natural and anthropogenic processes causes changes manifested in various combinations of negative events. Most important events include deformations of rock mass and land surface: exhaustion and pollution of ground and surface water, waterflooding and swamping of tapped sites, soil dehydration and salinization, air pollution, land site withdrawal from commercial circulation etc.

***Key words*:** mining plant, mine abandonment, conservation, liquidation, monitoring, rehabilitation.

Институтом Гипрошахт выполнен ряд проектов консервации и ликвидации шахт и разрезов. Среди них проекты ликвидации сланцевой шахты «Кашпирская» и угольной шахты «Юр-Шор». В состав проектов включается экологический мониторинг горных выработок и сооружений закрытых горных предприятий.

Прогнозная оценка воздействия горных предприятий на окружающую среду от начала строительства до ликвидации должна осуществляться с использованием специальной системы экспертных оценок сложности и опасности природных и горно-технических условий на основе следующих характеристик:

• природно-ландшафтных: сильнопересеченная местность; движущиеся осыпи, курумы; холмистый рельеф; равнинный рельеф; высокогорье; полярные регионы; тропики; аридные зоны; наличие крупных водоемов в окрестностях выработок;

• гидрогеологических: большинство выработок (половина или больше) по окончании горных работ затоплены, имеются водотоки из выработок на рельеф; незначительное число выработок (менее половины) затоплено, не отмечается истечения воды из выработок; выработки в сухом состоянии;

• инженерно-геологических: склонность горных пород к упругому деформированию и хрупкому разрушению; тектоническая нарушенность месторождения; подземные пустоты: природные (карсты, пещеры), техногенные; обрушения, провалы, просадки; промоины; оползни; слои пород, меняющих объем под воздействием влаги; слабые основания;

• генетики горных пород: магматические; осадочные; метаморфические; комбинация типов горных пород;

• горно-технических: масштаб и виды нарушений дневной поверхности горными работами; объемы и формы техногенных насыпей; применение систем разработки с обрушением горных пород; потеря устойчивости откосами и склонами техногенного происхождения;

• вещественного состава полезных ископаемых и вмещающих пород: нейтральный состав пород; склонность к физическому выветриванию под воздействием: атмосферных осадков, перепадов температуры воздуха, ветра, сейсмики, флоры; химически активные породы, взаимодействующие с воздухом, водой, другими литотипами пород; склонность пород к самовозгоранию, приводящая к техногенным пожарам; радиоактивные породы; комбинация перечисленных видов пород.

Систематизация проблем закрытия рудников на примере карьеров должна производиться на основе учета следующих характеристик и параметров:

• размеров карьерного поля в предельном положении и объема выработанного пространства: очень большой (более 1 млрд $м^3$ или 1 $км^3$); большой (от 100 млн $м^3$ до 1 млрд $м^3$); средний (10-100 млн. $м^3$); малый (1-10 млн $м^3$); очень малый (до 1 млн $м^3$);

• массы отвалов пород и хвостохранилищ: большая (сотни миллионов тонн); средняя (десятки миллионов тонн); малая (до 10 млн т); очень малая (до 1 млн т);

• гидрогеологических условий карьера и отвалов: остановка водоотлива недопустима; объем аккумулированной воды не стабилен, потенциально опасен и требует мониторинга; уровни аккумулированной воды стабильны и не опасны, требуется контроль 1-2 раза в год; аккумуляция воды не происходит;

• долговременной устойчивости бортов карьеров и откосов насыпей: деформации развиваются активно или неявно; деформации не развиваются, но их возникновение весьма вероятно; деформации отсутствуют, склоны стабильны;

• геохимических характеристик бортов карьеров и откосов насыпей: породы склонов химически активны: вымываются полезные (товарные), вредные (для окружающей среды), а также полезные, вредные и нейтральные компоненты; породы склонов химически инертны;

• возможности эксплуатации оставшихся запасов руды: в настоящее время; в ближней перспективе (до 10 лет); в отдаленной перспективе (до 30 лет); бесперспективно;

• возможности использования горных выработок и сооружений: в настоящее время; в ближней перспективе (до 5 лет); в отдаленной перспективе (до 10 лет); бесперспективно.

Стратегическими целями мониторинга геологической среды в районах закрываемых горных предприятий являются: повышение степени геологической, гидрологической, инженерно-геологической, геофизической, геодинамической, сейсмологической, геомеханической, аэрокосмической и экологической изученности площади месторождения; информационное обеспечение изменений состояния ликвидированного объекта; разработка мер по обеспечению безопасной эксплуатации и рационального использования природных ресурсов; повышение геодинамической безопасности, технико-экономических показателей работы горно-добывающего предприятия и других объектов, подверженных проявлениям горных ударов и техногенных землетрясений.

В соответствии с перечисленными целями определяются и задачи работ:

• проведение комплексного мониторинга с оперативным получением представительной информации о пространственных и временных закономерностях распределения аномальных зон (участков), загрязнений и нарушений окружающей среды, а также прогноз их возникновения и развития;

• получение (сбор), оперативная первичная и специальная (тематическая) обработка комплексной подземно-наземно-аэрокосмической информации по результатам мониторинга;

• исследование, постоянный и периодический контроль изменений основных параметров геологической среды, определение критериев экологически значимых ее нарушений.

В связи с этим основные требования к системе мониторинга можно сформулировать следующим образом:

• наиболее полный набор типов работ по всем сферам геологической среды, в которых происходят техногенные изменения;

• максимальное использование автоматизированных систем контроля, предпочтительно работающих в реальном времени;

• оптимальный уровень информации служб предприятия и организаций – производителей работ по результатам мониторинга;

• оптимальное соотношение контроля «затраты – результаты», в том числе с учетом последствий отдаленных периодов.

В качестве примера приведем проект закрытия сланцевой шахты института Гипрошахт. Кашпирское месторождение горючих сланцев расположено на стыке Самарской, Саратовской и Ульяновской областей на правом берегу р.Волги в 12 км к югу от г.Сызрань и занимает площадь 237 км^2.

Годовые объемы добычи сланца в течение 8 лет (с 1981 по 1988 г.) снизились с 925 до 405,8 тыс.т. На шахте наблюдалось устойчивое ухудшение всех без исключения технико-экономических показателей из-за снижения мощности шахты и качества сланца, а также ухудшения горно-геологических и производственных условий. В результате этих событий предприятие вынуждено было принять решение о ликвидации или консервации участка 5/6 шахты «Кашпирская».

Ликвидация. Основные работы по ликвидации шахты были связаны с засыпкой наклонных стволов и возведением перемычки в вентиляционном штреке с соответствующими затратами – 25 тыс. руб. Стоимость работ по демонтажу оборудования в шахте и на поверхности, снятию рельсов 40 тыс. руб. Выручка от продажи металлолома при этом составляет 525 тыс. руб. Если в будущем возникнет целесообразность отработки оставшихся запасов сланца, из соседней шахты № 3 потребуется проходка или расширение откаточных выработок со стоимостью работ 540 тыс. руб.

Консервация. Эксплуатационные расходы на поддержание шахты в работоспособном состоянии складываются из следующих затрат: электроэнергия на вентиляцию и откачку воды – 8 тыс. руб./год; заработная плата 15 работающих – 216 тыс. руб./год, с начислениями – 236,5 тыс. руб.; амортизация оборудования – 100 тыс. руб./год. Итого общие затраты при варианте консервации шахты составили 344,5 тыс. руб.

По экономическим условиям был реализован вариант ликвидации шахты.

Для ликвидируемой угольной шахты «Юр-Шор» Гипрошахтом в составе проекта

по закрытию была спроектирована система экологического мониторинга.

Фактическое состояние ликвидационных работ следующее:

• горные работы остановлены на 01.01.1999;

• вертикальные стволы ликвидированы в 1999 г. путем их засыпки горелой породой с возведением двух железобетонных полков;

• выполнены работы по разборке зданий и сооружений поверхности;

• проведены работы по рекультивации нарушенных земель горного отвода шахты.

Экологический мониторинг в районе ликвидируемой шахты «Юр-Шор» предполагается проводить в течение 5 лет после окончания технических работ по ликвидации шахты.

Горные предприятия должны стремиться к тому, чтобы максимально снизить негативное влияние на экологическую обстановку в районах эксплуатации месторождений или ликвидации производства. Сделать это можно за счет увеличения расходов на уменьшение объема отходов производства, загрязнения, а также в последующем – на ликвидацию рудников и рекультивацию земель. В данной ситуации неизбежно применение новых наукоемких технологий как по разработке самих месторождений полезных ископаемых, так и консервации или ликвидации горных предприятий по их эксплуатации.