

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ

к.т.н. Лысиков Б.А. (Донецкий национальный технический университет)

Проблема освоения выработанного пространства, его повторного использования, особенно угольных месторождений, для народнохозяйственных целей за последние десятилетия приобрела особую актуальность. Этому вопросу с 1980 г. были посвящены международные симпозиумы в Копенгагене, Стокгольме, Штутгарте и в Днепрпетровске.

На Украине первые попытки целевого использования естественных подземных пустот или специальных выработок относятся к XI веку. Уже в то время для проведения религиозных обрядов приспособлялись расположенные в черте города Киева Лаврские пещеры. В дальнейшем, на протяжении многих веков, пещеры использовались для этих же целей, но уже в комплексе с поверхностными архитектурными ансамблями. В конце XIX века подземные сооружения широко стали использоваться для выдержки марочных вин, производимых в Крыму и Закарпатье.

В настоящее время на Украине строится и эксплуатируется много крупных производственных подземных объектов, использующих подземное пространство для хранения газа и нефтепродуктов. За последние 20 лет осуществлены работы по созданию подземных хранилищ общей активной емкостью около 35 млрд.м³ в основном на базе отработанных газовых месторождений в Днепрпетровско-Донецкой, Карпатской и Шебелинской (на Харьковщине) нефтегазоносных провинциях. На Украине этот показатель один из наибольших в Европе. Благодаря своему исключительно выгодному географическому положению эти хранилища кроме снабжения газом потребителей Украины, обеспечивают надежность транзита экспортируемого Россией природного газа в страны Центральной и западной Европы, а также косвенно обеспечивают регулирование газоснабжения республики Беларусь. Кроме этого Украина располагает подземными хранилищами нефти, мазута и других нефтепродуктов в сотни тысяч м³, для которых используются, в основном, соляные шахты. На территории нашего государства есть потенциальная возможность для устройства новых хранилищ такого типа на неограниченные объемы хранения.

Украина является одним из немногих государств мира, располагающим дополнительным потенциальным богатством – наличием большого количества отработанных горных выработок, пригодных для повторного использования в народнохозяйственных целях. Площадь пригодных и рекомендуемых к повторному использованию горных выработок составляет 3,5 млн. м² при объеме выработанного пространства около 40 млн. м³. Значительная часть этих

объемов находится в Донбассе.

Актуальная проблема утилизации имеющегося свободного объема недр в виде вторичного использования в народном хозяйстве подземных горных выработок, бездействующих подземных сооружений и естественных полостей, требует решения первостепенной задачи – обеспечения их долговечной и надежной устойчивости.

В настоящее время лишь незначительная часть горных выработок после извлечения полезного ископаемого остается в состоянии пригодном для повторного использования. Остальные выработки находятся в бесконтрольном состоянии, они разрушаются и частично или полностью самоликвидируются, нарушая ландшафт в местах обрушений и провалов, угрожая безопасности коммуникаций, железных и автомобильных дорог, жилых поселков и городов. Поэтому консервация подземных горных выработок приобретает в горно-строительном деле значение самостоятельного направления инженерной деятельности, способной сохранять фонд отработанных пространств в устойчивом состоянии до момента передачи их потребителю, нуждающемуся в получении промышленных площадей, заинтересованному в совершенствовании проектирования разработки месторождения полезного ископаемого, вскрытия и проходки выработок, его эксплуатации, консервации выработок или сооружений и заканчивая размещением в них подземных объектов, т.е. заинтересованному в пригодном состоянии эксплуатационных выработок и сооружений для повторного использования.

Как показал мировой опыт основное кредо освоения подземного пространства – это принцип использования недр и сохранения полостей как видоизменяемого ресурса. Данный принцип предполагает, что извлечение того или иного ресурса недр необходимо планировать с учетом возможности создания подземных полостей, использование которых позволит не только компенсировать первоначальные затраты, но и получить дополнительный хозяйственный, экономический и социальный эффект.

В связи с этим принципом, параметры проектируемых объектов, технология их строительства и эксплуатации выбираются соответствующим образом, т.е. с учетом принципа повторного использования при обеспечении экологического равновесия окружающей среды.

Для упорядочения осуществления инженерных мероприятий по обеспечению долговременной сохранности выработанных пространств Украины еще в 1989 г. были разработаны Рекомендации по консервации подземных горных выработок, перспективных для повторного использования в народном хозяйстве. В Рекомендациях отмечается, что полностью или частично избежать консервацию и приспособить подземные горные выработки для повторного использования можно путем заложения в проектах их строительства инженерных мероприятий по целевой подготовке месторождений полезных ископаемых, с учетом объемно-планировочных решений, предъявляемых к горнодобывающему предприятию потребителям (заказчикам) на вторичное использование конкретной подземной горной выработки.

Существующие горизонтальные и наклонные выработки вскрытия

месторождений негорючих полезных ископаемых непригодны для повторного использования в качестве транспортных выработок подземных объектов из-за малых поперечных сечений (18-22 м²). Такие выработки могут быть использованы как вспомогательные, вентиляционные или как запасные коммуникации.

В зарубежной практике [1] для успешного повторного использования выработанного пространства карбонатно-сульфатных или галогенных месторождений, вскрывающие выработки еще на стадии вскрытия и разработки месторождения сооружаются большим сечением 40-60 м² и более, позволяющим использовать в качестве транспортных средств большегрузный автотранспорт или железнодорожные вагоны.

В качестве вскрывающих выработок большого сечения наибольшего распространения получили наклонные и спиралеобразные стволы, оборудованные железнодорожными или автомобильными съездами

Применительно к отработанным горным выработкам Артемовского месторождения соли (Донецкая обл.) с мощностью пласта 20-28 м на глубине 140 м, с возможной площадью повторного использования 388 тыс. м² и объемом 4 млн. м³, то для дальнейшего успешного повторного использования этого многоцелевого объекта с долгосрочным периодом эксплуатации могут быть предложены следующие варианты решения транспортной проблемы:

– сооружение наклонного автотранспортного ствола сечением 60 м², длиной 2 км и вертикального ствола,

– сооружение железнодорожного прямолинейного ствола сечением 60 м², длиной 4 км и вертикального ствола.

Необходимость такого решения обусловлена ограниченной пропускной способностью существующих вертикальных стволов малого диаметра, не позволяющих эффективно повторно использовать большие объемы выработанного пространства.

Гипсовое месторождение Донбасса (г. Артемовск) расположено на глубине 80 м, вскрыто наклонными штольнями, имеет площадь отработанных горных выработок, подлежащих повторному использованию, 400 тыс. м² при объеме 6 млн. м³. Из условий устойчивости, надежности и обеспечения пропускной способности при повторном использовании институтом «ПромстройНИИпроект» рекомендован автотранспортный наклонный ствол для грузов и эскалаторный тоннель – для трудящихся.

Установлено, что при дополнительных капитальных затратах на сооружение наклонных транспортных выработок сечением 60 м², экономическая эффективность подземного группового размещения объектов указанных месторождений соли и гипса по сравнению с наземными аналогами составляет 20-30%.

Экономическое обоснование использования подземных горных выработок заключается в том, что вовлечение подземного пространства в сферу хозяйственной деятельности может разгрузить земную поверхность, так как площади земляных отвалов под строительство подземного объекта составляет 20-30% наземного аналога. Именно этот показатель может сыграть решающую

роль при оценке экономической эффективности освоения подземного пространства.

Расчеты показывают, что размещение объектов народного хозяйства при повторном использовании горных выработок сокращает, по сравнению с наземным вариантом:

- объем капитальных вложений;
- эксплуатационные затраты;
- естественную убыль хранимой продукции;
- наземную площадь, занимаемую объектом примерно на 70%.

Средняя расчетная эффективность подземного строительства в сравнении с наземным вариантом составляет 30 тыс. долл. США в год на 1 тыс. м³ полезной площади объекта.

Использование подземного пространства, представленного устойчивыми и средней устойчивости горными породами, как среды для расположения объектов повторного использования, дает преимущество в экономии строительных материалов, так как в сравнении с наземным аналогом в таких подземных объектах исключается фундамент, стены, кровля и перекрытие.

Расчеты показывают, что экономия в основных строительных материалах при использовании в хозяйственных целях полости в породном массиве составляет 5 долл. США на 1 м³ полезного объема здания [2]. Если для примера взять подземное хранилище плодов и овощей средней емкости, то объем его составит 40000 м³, а экономия строительных материалов в сравнении с наземным аналогом составит 200 тыс. долл. США.

Для Украины освоение подземного пространства в условиях рыночной экономики – новое направление инженерной деятельности. В данных условиях необходимость его реализации зависит от наличия специфических условий, определяющих спрос и предложения. Применительно к освоению подземного пространства это означает, что реальная возможность сооружать подземные объекты возникает только в том случае, если в существующем правовом поле совпадают интересы строителей и заказчиков. При этом, государство, преследуя свои долговременные интересы, может пойти на корректировку законодательной базы таким образом, чтобы эти интересы совпали. Например, снизив налоги для участников освоения подземного пространства, можно создать это предприятие привлекательным с точки зрения вложения средств и получения прибыли. При этом государство формирует для себя новую перспективную отрасль строительства, улучшает собственную среду обитания, снижает уровень потребления тепла и электроэнергии, создает новые рабочие места за счет тех же инвесторов.

Особую актуальность приобретает проблема рационального использования в народном хозяйстве подземного пространства угольных месторождений. Дефицит территории населенных мест, проблемы экологии и экономической целесообразности диктует необходимость их решения за счет повторного использования подземного пространства отработанных горных выработок шахт. Наибольшую остроту проблема приобретает в условиях Донбасса.

Установлено [3], что коэффициент пустотности выработанного пространства при глубинах отработки до 100 м составляет порядка 50%. На больших глубинах коэффициент пустотности снижаются и на глубинах 200-500 м составляет в среднем 30%. Таким образом, зоны обрушения, сформированные при отработке угольных пластов, можно рассматривать как емкие коллекторы для утилизации отходов как угольных так и других промышленных предприятий.

Выработанное пространство угольных месторождений значительно отличается по параметрам и возможностям их использования от выработанного пространства других месторождений полезных ископаемых (гипса, известняка, соли, железной руды), что требует дифференцированного подхода при его освоении.

Анализ отечественного и зарубежного опыта повторного использования выработок горнодобывающих шахт позволяет сделать вывод о том, что данные выработки можно использовать во многих сферах народнохозяйственной деятельности.

Учитывая параметры горных выработок шахт перспективными являются следующие основные направления повторного использования горных выработок угольных месторождений.

I. Размещение в подземном пространстве объектов горнодобывающей промышленности.

К данным объектам относится сооружение подземного обогатительного комплекса в околоствольном дворе шахты с размещением шламоотстойников в выработанном пространстве. Для условий ш. Новгородовская (Донбасс, объединение Селидовуголь) разработан проект сооружения данного объекта. Применение кругонаклонных сепараторов КНС-108 для обогащения угля требуют большого количества технической воды. С этой целью используют шахтную воду, поступающую в неограниченном количестве в водосборники шахты. Технологией предусматривается, что шламовая вода после процесса обогащения горной массы осветляется и направляется в зумпф к насосной оборотного водоснабжения, которая перекачивает осветленную воду в расходный бак сепараторов. Шлам, получаемый в процессе обогащения перекачивается в шламоотстойники, расположенные в отработанных выработках. Обогащенный уголь выдается на поверхность, а порода (отделенная в процессе обогащения от горной массы) – размещается в выработанном пространстве шахты. Данное решение позволяет:

- ликвидировать отвалы породы;
- освободить земельные участки, занимаемые под золоотвалы и под промышленные участки обогатительных фабрик;
- получить экономию за счет отказа от необходимости строительства здания обогатительной фабрики;
- снизить деформации земной поверхности в связи с закладкой выработанного пространства шахты;
- улучшить экологию окружающей среды за счет ликвидации отвалов

породы на поверхности.

Общая сметная стоимость строительства рассмотренного подземного обогатительного комплекса – 2 млн.100 тыс. гривен. При сооружении комплекса общая стоимость реализованного угля за счет снижения зольности горной массы с 40,6 до 32,4% увеличивается на 2 млн. 800 тыс. грн. в год. С учетом капитальных затрат на сооружение камер для размещения оборудования подземного обогатительного комплекса предложенный проект должен окупиться в течение 2-3 лет.

II. Размещение в погашаемых выработках шламов тепловых электростанций.

Тепловые электростанции Донбасса (Кураховская, Зуевская, Угледорская) обычно располагаются по соседству с шахтами. Работа станции сопряжена с получением золы как остаточного продукта сгорания угля, которая ежедневно тысячами тонн выбрасывается в золоотвалы. Расположенные на поверхности земли они под действием атмосферных явлений (солнца, ветра, дождя) являются источниками загрязнения окружающей среды. Инфильтрация шлама через основание золоотвалов приводит к загрязнению грунтовых вод, питающих всю растительность окружающего района и пагубно влияющих на источники питьевой воды. На рядом расположенных шахтах в процессе проведения подготовительных выработок и выемки угля в горном массиве создаются пустоты, которые могут повлечь деформацию дневной поверхности со всеми вытекающими последствиями (разрушение сооружений, нарушение гидрогеологического режима района и т.д.).

Утилизация золы, получаемой на теплоэлектростанциях Донбасса, в выработанное пространство ближайших шахт имеет следующие преимущества:

- ликвидация отрицательного воздействия на окружающую среду золоотвалов теплоэлектростанций;
- снижение деформации земной поверхности;
- высвобождение земли, занимаемой золоотвалами.

Для реализации данного решения необходима изоляция отработанного пространства, используемого для утилизации золы, от других объектов действующей шахты и обеспечение временной устойчивости отработанного пространства до заполнения его золой.

С учетом приведенных рекомендаций ПНО «Спецтампажагеология» готовит технико-экономическое обоснование утилизации золы Кураховской ТЭС в выработки закрываемой шахты «Горняк» (объединение Селидовуголь). На основе золошлаков ТЭС разрабатываются оптимальные рецептуры закладочного раствора и технологические схемы его нагнетания в погашенные выработки применительно к конкретным условиям шахты.

Вместе со шламом возможна подача хозфекальных стоков после первой стадии обработки на очистных сооружениях. Для этого необходимо выбирать отработанные угольные шласты, расположенные между глинистыми породами, не допускающими фильтрации. При подаче предварительно обработанных хозфекальных стоков в выработанное пространство отработанных угольных шластов возможна экономия за счет отказа от строительства дорогостоящих

очистных сооружений.

III. Использование выработанного пространства шахт для размещения пород террикоников.

Строительство, как и реконструкция шахт, невозможна без проходки стволов. Сооружение только одного ствола диаметром 8 м и глубиной 1000 м предусматривает выдачу на поверхность около 100 тыс. м³ разрушенной горной породы, которую необходимо уложить в отвалы. Существующая технология добычи угля также предусматривает выдачу на поверхность не только полезного ископаемого, но и большого количества (до 30% от добычи угля) горной породы, которую располагают на поверхности в виде отвалов (террикоников). Свою лепту в создание террикоников вносят и поверхностные обогатительные фабрики. В настоящее время на территории Украинской части Донбасса расположено более 1183 террикоников и отвалов, из которых происходит выделение ядовитых газов и пылеобразование, ухудшающих экологию окружающей территории. Кроме этого общая площадь земель выведенных из хозяйственного оборота с учетом 200 м опасной зоны и 500 м санитарной зоны вокруг каждого отвала – составляет 121 тыс. га.

Учитывая необходимость захоронения отходов угольных предприятий, в Донбассе разработаны Предложения по использованию подземного пространства с целью размещения в них пород отвалов. Разработаны практические рекомендации, согласно которым отходы промышленных предприятий целесообразно захоронить в виде стабильных закладочных смесей, что позволяет их располагать в радиусе 100-200 м от каждой скважины пробуренной с поверхности земли. Стабильность (седиментационная устойчивость) закладочных смесей обеспечивается при их затворении на глинистом растворе.

Закладочные смеси, приготовляемые из отходов предприятий угольной промышленности, хорошо прокачиваются на большие расстояния по трубам диаметром 50 мм при плотности 1500-1700 кг/м³.

В зависимости от размеров отработанных выработок их заполнение породами отвалов следует производить в напорном или безнапорном режиме пагнетания закладочных смесей.

В настоящее время ППО «Спецгеоампонажгеология» исследованы свойства отходов производства шахты «Центральная» (объединения Антрацит) на пригодность заполнения выработанного пространства, разработана технологическая схема утилизации породного отвала в выработки закрываемой шахты, осуществлена технико-экономическая оценка производства работ по захоронению 10 тыс. м³ отвалов в пустоты шахты «Центральная» по пласту К₅ через три технологические скважины глубиной 240 м и диаметром 90 мм.

Для снижения затрат, связанных с захоронением отходов угольной промышленности в выработанное пространство шахт, необходимо организовать попутное извлечение полезных составляющих из отходов: угля из пламов обогатительных фабрик, редкоземельных и цветных металлов – из породы и золы ТЭС.

Исследованиями ученых Донецкого национального технического университета [4] установлено, что как в бурых углях Александровского

бассейна в Днепропетровской области, так и вмещающих породах содержится от 0,5 до 3,2 г золота на тонну угля или вмещающих пород. Следует иметь ввиду, что содержание 2 г золота на тонну крепких пород, залегающих на большой глубине, уже рентабельно для их извлечения и разработки.

В Донбассе большое число шлаковых отвалов ТЭС, где десятилетиями накапливалась золотоносная зола – ведь золото не горит. Добыча драгоценного металла может вестись либо попутно с углем, либо с переработкой шлаков. И это не только предположения. В России начали эти работы позднее и уже опередили нас. На Рефтинской ТЭС возле Екатеринбурга сжигают угли Экибастузского бассейна. Так вот там с помощью шведской обогатительной установки доказали, что даже ради 0,2 г золота перерабатывать тонну золошлаков – рентабельно, т.к. грамм добытого золота обходится от 2 до 5 долл. США, а цена на мировом рынке – 10 долл.

Между тем шлаков экибастузских углей у нас на Украине тоже в достатке. В 30-х годах эти угли завозились на наши теплоэлектростанции, в частности, на Кураховскую ТЭС.

Существующий опыт и технические разработки показывают, что кроме представленных, возможны следующие направления повторного использования выработанного пространства угольных месторождений:

- размещение радиоактивных отходов;
- в качестве хранилищ технической воды;
- утилизация городского мусора;
- круглогодичного выращивания грибов, цветов и некоторых других видов сельхозпродукции.

Учитывая современный уровень и перспективы развития инфраструктуры Донбасса, повторное освоение подземного пространства угольных месторождений позволит:

- высвободить земельные участки, занимаемые под золоотвалы, здания и сооружения горнодобывающих предприятий;
- снизить отрицательные последствия деформации земной поверхности;
- улучшить экологическую обстановку окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Underground construction. Researche of efficiency of usage and propects of development of shaft-sinking and tunnel-driving equipment in underground construction. – М.: ИГА, 1990. – 241 p.
2. Проблемы и перспективы освоения подземного пространства крупных городов. Тезисы докладов Международной конференции. Днепропетровск, 1996, - 137 с.
3. З Уманский Р.З. Основные направления по использованию подземных пространств закрываемых шахт. // Уголь Украины, 1998, - № 4. - с. 22-23.
4. Панов Б.С. и др. Золото в бурых углях Украины. // Уголь Украины, 1998, - № 6. – с. 22-24.