

УДК 622.016+338.48

**И.А. ДМИТРИК** (канд. ист. наук, доц.)

Донецкий национальный технический университет, г. Покровск, Украина

## ОТРАБОТАННЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС

В статье актуализируется вопрос эксплуатации подземного пространства, сформированного в результате разработки месторождений и добычи полезных ископаемых. Рассматривается два вида вторичного использования отработанных выработок: утилизация отходов и долгосрочная эксплуатация. Приводятся примеры использования подземных выработок разного функционального предназначения в Украине и в мире. Подчеркивается перспектива дополнительных возможностей, в частности, развитие индустриального туризма.

**Ключевые слова:** подземное пространство, отработанные горные выработки, утилизация промышленных отходов, индустриальный туризм.

С XX века горные выработки занимают особое место в использовании отработанных ранее месторождений. Например, в соляных выработках в годы Второй мировой войны размещались предприятия самолётостроения Германии, в 1950 - х гг. в отработанных немецких соляных шахтах "Мари" и "Барнслебен" работала птицефабрика [1], сегодня в некоторых соляных шахтах мира, в том числе в Украине, функционируют лечебные заведения, музеи, концертные залы.

Мировой опыт показывает, что отработанные подземные горные выработки имеют значительные возможности вторичного использования. Спектр вариантов их эксплуатации достаточно широкий: от утилизации отходов до длительной эксплуатации, которая может быть ориентирована на создание подземных хранилищ газа или нефти, размещение предприятий, сельскохозяйственную деятельность, музеефикацию промышленного подземного пространства.

Такие технические задачи выполнимы в горных выработках, пройденных при разработке гипса, известняка, каменной и калийной солей, рудных месторождений, не подлежащих закладке, обрушению или затоплению. Кроме того, могут быть использованы капитальные выработки действующих угольных шахт, специальные подземные сооружения тоннельного и камерного типов.

Практика вторичной эксплуатации горных выработок укоренилась США. Речь идет о размещении под землей предприятий точного приборостроения, оптики, предприятий по изготовлению спортивных судов, проволочных изделий, конвейеров и другого оборудования, научно-исследовательских лабораторий [2]. Конкретные примеры строительства промышленных предприятий показывают, что подземное пространство выгодно для размещения технологий, чувствительных к вибрациям, шуму. В г. Канзас-Сити под землей были размещены основные производственные мощности приборостроительного завода. При этом исчезла необходимость изоляции чувствительных машин от вибрации и устройства тяжелых фундаментов, возросла их долговечность; снизились затраты на поддержание постоянных температуры и влажности; отпала необходимость в уходе за фасадными поверхностями; сократились вероятность пожаров и затраты на пожарную охрану; исчезли отрицательные влияния погодных явлений; снизились расходы на отопление и охлаждение.

Украина является одним из государств мира, обладающим дополнительным потенциальным ресурсом – наличием большого количества отработанных горных выработок, пригодных для повторного использования.

Анализ предложенной темы предполагает применение междисциплинарного подхода. Научную литературу в зависимости от концентрации внимания авторов на определенных аспектах вторичного использования горных выработок можно разделить на группы: публикации, посвященные техническим аспектам подготовки и эксплуатации подземного пространства; исследования экологического направления; научные работы, в которых изучается хозяйственный, туристический, рекреационный потенциал уже существующих

ющих горных выработок. К первой группе относится большое количество работ, среди которых выделяются комплексные исследования Б.А.Лысикова и А.А.Каплюхина [3], Д.С.Конюхова [4], А.К. Порцевского [5]. Базовые характеристики влияния на экологию вторичного использования горных выработок рассматриваются не только в отдельных научных работах, но и в учебных пособиях по геоэкологии [6] и техноэкологии [7]. Возможностям и перспективам как зарубежного, так и украинского индустриального туризма посвящены публикации Г.И. Рудько, И.Н. Суматохиной [8], Г. Гайко [9], Л.Д. Божко [10] и других исследователей.

Специалисты применяют разные системы классификации повторного использования подземного пространства. Одна из них делит всё многообразие вариантов на два блока: утилизацию отходов и долгосрочную эксплуатацию.

Учитывая структуру промышленного производства в Украине, особенно важную роль приобретает вопрос захоронения промышленных отходов угольных предприятий. Улучшение крайне тяжелой экологической обстановки угледобывающих регионов невозможно без решения двух основных вопросов:

- а) снижения объемов выдаваемой из шахт породы;
- б) уменьшения деформаций земной поверхности, вызванных ведением горных работ.

Объем выдаваемой из шахт породы ежегодно увеличивается. 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. Опыт эксплуатации месторождений Донбасса показывает, что нормальное функционирование шахт возможно, если объем выдаваемой породы не превышает 40% от объема добываемого угля. В настоящее время этот показатель достиг 75% и более [11].

Отдельной задачей является защита природных объектов, сельскохозяйственных угодий, зданий и сооружений от подработки. Следует учитывать, что горные работы ведутся на территории густонаселенных, промышленно-развитых областей с большой плотностью застройки.

Одним из путей, позволяющих снизить негативные последствия деятельности горнодобывающих предприятий, уменьшить расходы на восстановление подработанных земель и сооружений является широкое применение технологии добычи угля, предусматривающую полную или частичную закладку выработанного пространства, а при отработке маломощных пластов – в сочетании с селективной выемкой угля и породы.

Закладка выработанного пространства на угольных предприятиях Украины довольно широко применялась в 1970-х – 1990-х годах. На шахтах им. А.Г. Стаханова (объединение "Красноармейскуголь") и "Комсомолец Донбасса" для этой цели применялся централизованный дробильно-закладочный комплекс ПЗК с пневмозакладочными машинами ДЗМ-2. Полная закладка выработанного пространства применялась на шахте им. М.Горького ПАО "Донецкуголь", где с 1970 г. в эксплуатации находился участковый дробильно-закладочный стационарный комплекс (ДЗК). На шахте "Красный Октябрь" находился в эксплуатации гидрозакладочный комплекс ГЗК. Достаточно широкое применение для закладки и оставления в выработанном пространстве породы от проведения подготовительных выработок получил дробильно-закладочный комплекс "Титан - I". Объем применения этого комплекса составил около 50 единиц, причем 23 из них работали на 6 шахтах "Донецкугля". При помощи комплексов "Титан - I" в шахтах этого объединения ежегодно оставлялось около 300 тыс. т. породы [12]. Твердеющая закладка используется в настоящее время на ряде шахт в основном для возведения литых полос на сопряжениях лав со штреками (шахтоуправление "Покровское" и др.).

В апреле 2014 года ЧАО "Запорожский железорудный комбинат" ввело в эксплуатацию новейшую компрессорную станцию № 2, оснащенную современным оборудованием. Для добычи руды принята камерная система отработки с закладкой отработанного пространства твердеющей смесью. Техническая производительность закладочного комплекса, составляет около 1,5 млн. м<sup>3</sup> в год. С 2001 года Государственным научно-исследовательским горнорудным институтом (г. Кривой Рог) проводятся исследования по

использованию попутно добытых горных пород комбината в качестве инертного заполнителя для приготовления закладочной смеси. Данные исследования позволили внедрить практически безотходную технологию ведения горных работ. Также в составе закладочных смесей утилизируются шлаки металлургического производства, отходы доломитов. Таким образом, ЧАО «Запорожский железорудный комбинат» обрабатывает месторождение с применением экологически рациональной технологии. Наглядным подтверждением этому факту является наличие угодий сельскохозяйственного назначения в непосредственной близости к территории промплощадки комбината[13].

Несмотря на имеющийся опыт закладки выработанного пространства, объемы ее применения в Украине крайне малы. Среди основных причин называют:

- отсутствие серийно-выпускаемых механизированных очистных комплексов для работ с закладкой, особенно для отработки тонких пластов;
- сложность транспортирования породы по горным выработкам из-за неудовлетворительного их состояния;
- отсутствие или недостаточные мощности компрессорного хозяйства шахт;
- недостаточными объемами научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок по созданию технологии и оборудования закладочных работ[14].

Вторым объёмным направлением захоронения отходов в горных выработках является утилизация золы, являющейся продуктом деятельности теплоэлектростанций.

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. Они под действием атмосферных явлений становятся 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.

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.

Разработан план 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[15].

Для снижения затрат, связанных с захоронением отходов промышленности в выработанное пространство шахт, необходимо организовать попутное извлечение из них полезных составляющих: угля из шламов обогатительных фабрик, редкоземельных и цветных металлов – из породы и золы ТЭС. Такой подход позволит решить несколько важных проблем: экологическую (за счет реализации принципа малоотходности предприятий), социально-экономическую (повысит рентабельность предприятий, сохранит рабочие места).

В вопросах длительной эксплуатации отработанных горных выработок традиционно следует ориентироваться на практику создания хранилищ для нефти и газа, которая широко применяется в мире и в Украине.

Ещё одним направлением является размещение под землёй обогатительных комплексов. Это важное и перспективное направление в области комплексной разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Из мирового опыта можно привести примеры функционирования подземных обогатительных фабрик. Они работают на медно-цинково-свинцовых рудниках "Мадригал" (Перу), Игл-Майн (США), "Салофоса" (Италия), на медных рудниках "Рио-Бланко" (Чили), "Сонро" (Канада), вольфрамовом руднике "Сало" (Франция), золотодобывающих предприятиях "Милозиан", "Джокер Флетс" (Канада) и др. [16].

В Украине подготовлены проекты создания подземных горно-металлургических комбинатов на базе Кременчугского и Полтавского железорудных месторождений, причем на Полтавском обогатительную фабрику запланировано построить на глубине 800 – 1000 м от поверхности. Предполагается оставление отходов в недрах, выдача на поверхность готовой продукции [17].

Для шахты № 1-3 Новгородовская (Донбасс, объединение "Селидовуголь") разработан проект сооружения подземного обогатительного комплекса в околоствольном дворе шахты с размещением шламоотстойников в выработанном пространстве [18]. Шлам, полученный 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.

Интересным способом вторичного использования горных выработок является выращивание в них цветов и грибов. Американские специалисты в шахтах, отработавших запасы полезных ископаемых, выращивают сеянцы сосны и ели. Самое мощное в мире грибное хозяйство создано в американском штате Пенсильвания. С 1937 г. в подземных выработках общей площадью 32 гектара там производят 6 тысяч тонн шампиньонов в год. В Великобритании выращивание грибов осуществляют в неиспользуемых тоннелях автострад и железных дорог. В Украине выращивание шампиньона в подземных помещениях велась уже в 1930-е годы: в артемовских каменоломнях и известковых выработках Одессы и Крыма.

Микроклимат подземных выработок относительно постоянен. Различные технологические зоны при подземном грибоводстве располагаются либо только под землей, либо включают наземные помещения. Чаще всего приготовление компоста и покровной смеси осуществляется на поверхности, а рост и плодоношение грибов происходит под землей, хотя встречаются и другие варианты. Преимущество использования горных выработок для выращивания грибов перед наземными комплексами заключается в более низких капитальных затратах на производство. При использовании выработок, имеющих близкий к оптимальному микроклимат для культивирования шампиньона, отпадает необходимость в подогреве и поддержании требуемой влажности воздуха. Однако увеличиваются расходы на оплату труда обслуживающего персонала.

Особое внимание следует уделить теме индустриального туризма. В Европе экскурсии в технопарки приобрели широкую популярность. Например, в Силезии (Польша) создали "Маршрут выдающихся технических памятников", который состоит из 31 объекта, включая угольную шахту "Гвидо" в г. Забже, где для посетителей проводят трехчасовую экскурсию на глубине 320 м. Всемирно известная соляная шахта "Величка" теперь открыта для посещений не только в рамках "туристической трассы", но и "шахтерской трассы". Желающие в полном рабочем обмундировании могут спуститься в выработку по самому старому стволу – Регис. Гид, которого называют проходчиком, присвоит туристу шахтерскую профессию и даст задание, чтобы потом проверить его выполнение. Во время такой необычной экскурсии посетитель станет "слепром" - учеником шахтера [19].

В центральной части Австралии расположен небольшой шахтерский городок Кубер-Педи, одной из главных достопримечательностей которого являются подземные дома. Город известен как мировая столица опалов, потому что именно здесь сосредоточено около 30 % общемировых запасов этих камней. Из-за сурового температурного режима и преобладающей горной промышленности люди постоянно проживают подземных в пещерах, в стволах шахт, оставшихся после добычи. В 1988 году был торжественно открыт подземный отель. Он привлёк такое количество туристов, что многие местные жители начали по всему городу открывать большие и маленькие мотели. В Кубер-Педи под землей также находятся церкви, магазины с сувенирами, ювелирная мастерская, музей и бар. Первая опаловая шахта Umoona Opal Mine находится на главной улице города. Эта шахта и музей одновременно. Во время экскурсии показывают, как режутся и полируются опалы. Туристы под руководством гида могут самостоятельно попытаться найти опалы.

В Украине существуют примеры успешной музеефикации подземных промышленных объектов (музей соляной промышленности в г. Соледар Донецкой области и др.).

Считается, что максимально близко к воплощению концепции индустриального туризма подошли специалисты из Кривого Рога, которые разработали и осуществляют экскурсии по выработкам самой глубокой железорудной шахты Европы "Родина". Необходимо отметить, что наша страна обладает значительным ресурсным потенциалом для всестороннего развития индустриального туризма.

Таким образом, подземное пространство, появляющееся при разработке полезных ископаемых, целесообразно использовать и после завершения их добычи. Такую возможность необходимо учитывать ещё на этапе планирования и организации горных работ. Успешное повторное освоение подземного пространства позволит решить самые разнообразные задачи: освобождение земельных участков, на которых расположены терриконы, здания и сооружения горнодобывающих предприятий; уменьшение деформации земной поверхности; улучшение экологической обстановки; сохранение и создание новых рабочих мест; повышение туристической привлекательности регионов Украины.

### Библиографический список

1. Шехунова С. Досвід використання підземних виробок соленосних формацій / С. Шехунова // Геолог України. Геологічна довідка і видобуток нафти, газу та інших корисних копалин. – 2007. – №1. – С. 44.
2. Левкин Ю.М. Особенности выбора горных выработок для их многоцелевого освоения/ Ю.М. Левкин, М.Ю. Левкин //Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – №12. – С. 253.
3. Лысиков Б.А. Использование подземного пространства / Б.А. Лысиков, А.А. Каплюхин. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 390 с.
4. Конюхов Д. С. Использование подземного пространства / Д.С.Конюхов. – М. : Архитектура – С, 2004. – 295с.
5. Порцевский А. К. Выбор рациональной технологии добычи руд. Геомеханическая оценка состояния недр. Использование подземного пространства. Геоэкология : монография / А. К. Порцевский. - Москва : Московский Государственный горный университет, 2003. – 768 с.
6. Милютин А. Г. Экология. Основы геоэкологии: учебник для академического бакалавриата / А. Г. Милютин, Н. К. Андросова, И. С. Калинин, А. К. Порцевский ; под ред. А. Г. Милютина. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 542с.
7. Техноэкология [Текст]: учеб. пособие / С. А. Лобов, Д.А. Бетин, В. В. Кручина и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 160 с.
8. Рудько Г. І. Досвід збереження гірничопромислових ландшафтів як об'єктів індустріальної спадщини в світі та Україні [Електронний ресурс] / Г. І. Рудько, І. М. Суматохіна // Наукові записки [Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського]. Серія : Географія. – 2010. – Вип. 21. – С. 204 –211. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nzvdrpu\\_geogr\\_2010\\_21\\_32.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nzvdrpu_geogr_2010_21_32.pdf)
9. Гайко Г. Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії) / Г. Гайко, В. Білецький, Т.Мікось, Я. Хмура. – Донецьк : УКЦентр, Донецьке відділення НТШ, "Редакція гірничої енциклопедії". – 2009. – 296 с.
10. Божко Л. Д. Індустріальний туризм як нова форма туристичної поведінки та практики [Електронний ресурс] / Л. Д. Божко // Збірник наукових праць [Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди]. Сер. : "Історія та географія". – 2014. – Вип. 50. – С. 146 –153. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkhnpu\\_ist\\_2014\\_50\\_29.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkhnpu_ist_2014_50_29.pdf)
11. Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: монография / В. И. Бузило, В. И. Сулаев, А. Г. Кошка, А. В. Яворской; М-во образования и науки Украины. Государственное ВУЗ "НГУ". – Д.: НГУ, 2013. – С. 4.
12. Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: монография / В. И. Бузило, В. И. Сулаев, А. Г. Кошка, А. В. Яворской; М-во образования и науки Украины. Государственное ВУЗ "НГУ". – Д.: НГУ, 2013. – С. 9.
13. Запорожский железорудный комбинат: итоги, планы, надежды...[Электронный ресурс]. – Режим па: [http://vasrg.gov.ua/news/3690-zaporozhskii\\_zhelezorudnyi\\_kombinat\\_itogi\\_plany\\_nadezhdy.html](http://vasrg.gov.ua/news/3690-zaporozhskii_zhelezorudnyi_kombinat_itogi_plany_nadezhdy.html)
14. Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: монография / В. И. Бузило, В. И. Сулаев, А. Г. Кошка, А. В. Яворской; М-во образования и науки Украины. Государственное ВУЗ "НГУ". – Д.: НГУ, 2013. – С. 10.
15. Лысиков Б.А. Использование подземного пространства / Б.А. Лысиков, А.А. Каплюхин. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – С. 293-294.
16. Семигин Р. И. Экологически безопасное и экономически эффективное горно-обогатительное производство на базе подземных комплексов/ Р. И. Семигин, Ю. Д. Шварц //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 1996. – № 6. – С. 65.
17. Техноэкология [Текст]: учеб. пособие / С. А. Лобов, Д.А. Бетин, В. В. Кручина и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – С. 107.
18. Лысиков Б.А. Использование подземного пространства / Б.А. Лысиков, А.А. Каплюхин. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – С. 292.

19. Соляная шахта "Величка" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wieliczka.ru/posjeszczjenije/szachtjerskaja-trassa>

*Надійшла до редакції 19.10.2016*

### **І.О. Дмитрик**

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

#### **ВІДПРАЦЬОВАНІ ГІРНИЧІ ВИРОБКИ ЯК ДОДАТКОВИЙ РЕСУРС**

У статті актуалізується питання експлуатації підземного простору, що сформувався внаслідок розробки родовищ та видобування корисних копалин. Розглядається два види вторинного використання відпрацьованих виробок: утилізація відходів та довгострокова експлуатація. Наводяться приклади використання підземних виробок різного функціонального призначення в Україні та у світі. Підкреслюється перспектива додаткових можливостей, зокрема, подальший розвиток промислового туризму.

**Ключові слова:** підземний простір, відпрацьовані гірничі виробки, утилізація промислових відходів, індустриальний туризм.

### **I. Dmitrik**

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

#### **THE WORKED OUT MINING EXCAVATIONS AS A ADDITIONAL RESOURCE**

The author pays attention to urgency of exploitation of underground space which was formed as a result of mining. The article is devoted to the two types of secondary use underground workings: waste dispose and long term operation. There are examples of domestic and foreign experiences of using underground openings in different functional purpose in the article. The author emphasizes the prospect of additional opportunities in the sphere of industrial tourism development.

**Key words:** underground areas, worked out mining excavations, dispose of industrial waste, industrial tourism.