

УДК 622.272

Ю.М. Левкин, М.Ю. Левкин

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ИХ МНОГОЦЕЛЕВОГО ОСВОЕНИЯ

Описаны факторы, оказывающие влияние на геомеханическое состояние породного массива при размещении отходов в горных выработках.

Ключевые слова: пространственные ресурсы, подземные горные выработки, подземное захоронение.

Мировая практика показывает, что после завершения на горных предприятиях добычи полезных ископаемых, их горные выработки используются вторично в целях рационального использования недр и сохранения земной поверхности.

Вторичное использование подземных горных выработок закрывшихся угольных шахт для захоронения нетоксичных отходов или длительной эксплуатации в качестве складов, хранилищ и других видов деятельности, позволяет сократить расходы связанные с содержанием землеотводов используемых для складирования мусора и пород в хвостохранилищах горных предприятий, а также обеспечить работой бывших горняков.

Параллельная с добычей эксплуатация горных выработок угольных шахт, не участвующих в производственном процессе, даст возможность снижения себестоимости добычи угля.

Опыт зарубежных стран показал, что подземное пространство целесообразно использовать для следующих целей:

- обеспечения доступа к полезным ископаемым при их добыче;
- создания специализированных подземных объектов;

- получения дополнительных пространственных ресурсов;

- вторичного использования подземного пространства.

Наибольший опыт вторичной эксплуатации подземных горных выработок имеется в США.

В горных выработках размещаются предприятия точного приборостроения, оптики, по производству спортивных судов, проволочных изделий, контейнеров и другого оборудования, научно-исследовательские лаборатории.

После завершения на горных предприятиях добычи полезных ископаемых, их горные выработки эксплуатируются вторично в целях рационального использования недр и сохранения земной поверхности.

Дополнительные пространственные ресурсы создаются в крупных городах густо населенных районов, в которых высока стоимость эксплуатации наземных сооружений.

Обследования угольных шахт, в ряде регионов России, показали, что в среднем 30 % подземных горных выработок (около-ствольные дворы, выработки закреплённые железобетонной крепью) могут быть использованы для долговременной эксплуатации (склады, выращивание сельхозпродукции и др.), 70 %, (выработки

закреплённые деревянной, анкерной, металлической крепью) — для складирования (захоронения) нетоксичных отходов.

На территории России и стран СНГ горные выработки угольных шахт используются лишь в технологических циклах при добыче минеральных ресурсов. Подземные пространства не используемые для добычи полезных ископаемых подвергаются обрушению и затоплению.

Объём отходов производства и всевозможной деятельности человека в мире вырос в настоящее время по сравнению с 1970 годом в 2,7 раза. Ежегодно в атмосферу выбрасывается 200 млн т. оксида углерода, 150 млн т. диоксида серы, 50 млн т. оксида азота (в основном NO_2), более 50 млн т. различных углеводов и 20 млрд. т. CO_2 . В выбросах содержится около 2 % высокотоксичных вредных веществ: фтористые соединения, сероуглерод, сероводород и другие.

Основную массу отходов образуют города. В среднем на одного европейского жителя в городах, приходится 400 кг, а в сельской местности — 170 кг. бытового мусора в год

Согласно ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» все ПО делятся на четыре класса опасности: первый — чрезвычайно опасные, второй — высоко опасные, третий — умеренно опасные и четвертый — малоопасные.

На современных свалках на слой отходов в 1,5 — 2,0 м приходится слой почвы 20 — 25 см, который иногда заменяется другими изолирующими материалами. Это говорит не об обезвреживании отходов в почве, а об их складировании на почве с расчетом на последующую минерализацию.

При подземном захоронении и обезвреживании отходов можно различать три подхода:

- неглубокое захоронение (покрытые землей насыпи или искусственные структуры, конструкции под поверхностью земли, канавы, ямы, колодцы);
- захоронение в естественные или искусственные пустоты в горных породах (горные выработки шахт и рудников, высокопроницаемые горные породы);
- глубокое геологическое захоронение жидких отходов через скважины.

Исследования показали, что экономически эффективна эксплуатация подземного пространства: в районах с высокой плотностью населения; плодородными почвами; развитой горнодобывающей промышленностью; благоприятными инженерно-геологическими условиями для подземного строительства; для складов в северных районах; пожароопасных; шумных и других предприятиях наносящих вред окружающей среде.

Оценка возможности вторичного использования выработок должна учитывать тип крепи и её состояние на момент обследования. К числу перспективных выработок для размещения объектов и подлежащих первичному учёту относятся подземные пространства (отработанные участки выработок), закрепление и поддержание которых не требует дополнительного возведения крепи. В сложных гидрогеологических условиях, при слабых и неустойчивых вмещающих породах, наиболее предпочтительны монолитные бетонная и железобетонная крепи. В остальных случаях, в зависимости от назначения и времени эксплуатации объекта, могут быть использованы выработки, закреплённые сборной

железобетонной, металлической, анкерной и комбинированной крепью.

Вопрос освоения подземного пространства угольных шахт с целью размещения в них объектов народного хозяйства наиболее остро стоит в европейской части России, поэтому определение типов горных выработок, перспективных для вторичного использования, целесообразно осуществить на примере работы шахт Донбасса, Подмосковного, Печорского, Челябинского угольных бассейнов. В первую очередь рассматриваются выработки, закреплённые крепью, рассчитанной на длительную эксплуатацию, и менее остальных подверженные влиянию горных работ. Геологические, гидрогеологические условия и физико-механические свойства пород, окружающих выработки, в значительной мере определяют срок и условия их эксплуатации.

Проведенные исследования показали, что прочностные характеристики горных пород являются существенным фактором, определяющим характер сдвижения горных пород и земной поверхности. В зависимости от глубины разработок (H), мощности пласта (m), способа управления кровлей, сдвижение земной поверхности проявляется в различных формах. При $H/m < 20$ и работах с обрушением кровли, земная поверхность деформируется с образованием широких трещин (до 0,4 м) над границами очистного пространства. При весьма малых глубинах наблюдается образование провалов, которое при слабых породах может иметь место как над очистными, так и подготовительными выработками в случае обрушения последних. Оседания поверхности при $H/m = 20$ могут достигать 70-80 % от вынимаемой мощности.

На шахтах Подмосковного, Печорского, Челябинского и Донецкого угольных бассейнов проведен анализ крепления подземных горных выработок протяжённостью 246,97 тыс.м., площадью 1037,2 тыс. м², объёмом 3008 тыс.м³. Горизонтальные выработки, из общей протяжённости составляют 145,66 тыс.м., (58,98 %), наклонные 91,04 тыс.м., (36,86 %), вертикальные 10,27 тыс.м., (4,16 %).

Из общей протяжённости выработок, закреплёно: монолитной бетонной крепью около 31,75 тыс. м., (12,86 %) в том числе: горизонтальных 19,92 тыс. м., (8,06 %), наклонных 1,57 тыс. м., (0,64 %), вертикальных 10,27 тыс. м., (4,16 %), сборной железобетонной крепью 18,4 тыс. м., (7,4 %) в том числе, горизонтальных 9,9 тыс. м. (4 %), наклонных 8,4 тыс. м. (3,4 %), металлической арочной крепью около 160,53 тыс.м., (65 %) в том числе: горизонтальных 103,07 тыс. м., (41,73 %), наклонных 57,46 тыс. м., (23,27 %); анкерной крепью 34 тыс. м., (13,76 %), в том числе: горизонтальных 12,14 тыс. м., (4,92 %), наклонных 21,84 тыс.м., (8,84 %); деревянной крепью 2,36 тыс.м., (0,97 %) в том числе горизонтальных 0,65 тыс. м., наклонных 1,71 тыс. м.

Как показало обследование выработок, сборная железобетонная и металлическая крепь сохраняет в течение длительного времени (до 45 лет) несущую способность, за исключением участков где осуществлялась частичная выемка околошрековых целиков и требуется перекрепление выработок. На этих участках отмечается деформирование крепи, куполение пород кровли и пучение почвы.

В этой связи возникает необходимость в рассмотрении возможности вторичного использования, кроме

околоствольных выработок, капитальных и подготовительных (главных, коренных, панельных штреков, квершлагов, уклонов и ходков) выработок

При определенном порядке отработки шахтного поля или в период доработки запасов угля возможно использование горизонтальных и наклонных выработок для целей, не связанных с добычей полезного ископаемого. После перекрепления выработок закрепленных металлической арочной крепью могут быть использованы, при вторичной эксплуатации, коренные штреки и ряд уклонов.

Таким образом наиболее перспективными для вторичной эксплуатации под склады, хранилища и т.д. являются подготовительные, горизонтальные и наклонные выработки (отдельные участки) закреплённые бетонной и железобетонной крепью. которые, по мере отработки шахтного поля, не используются при добыче угля.

Выработки подлежащие погашению целесообразно использовать для захоронения нетоксичных отходов.

Рациональное использование подземных горных выработок, необходимость в которых отпадает по мере отработки запасов угля на отдельных горизонтах и участках, а также при закрытии нерентабельных шахт, рекомендуется осуществлять по трём направлениям.

К первому направлению относится размещение производственных цехов, складских помещений, холодильников, хранилищ, теплиц, оранжерей и других объектов, требующих сохранности крепи выработок, дополнительной гидроизоляции, функционирования систем энергоснабжения, транспорта, вентиляции и водоотлива на весь срок эксплуатации объекта. Для размещения таких объектов целе-

сообразно использовать капитальные выработки рудворов шахт (околоствольные выработки, камеры), участки главных штреков и квершлагов, примыкающих к ним. В соответствии с порядком отбора и учета подземных горных выработок, перспективных для размещения объектов не связанных с добычей полезных ископаемых, первичному учету подлежат выработки шириной 4 метра и более, высотой не менее 2,4 м. и суммарной площадью не менее 500 кв. м.

Ко второму направлению следует отнести размещение нетоксичных промышленных и бытовых отходов (продуктов их переработки) в процессе погашения горных выработок или частичного извлечения угля из предохранительных целиков. Для размещения отходов при погашении выработок или целиков угля могут быть использованы горизонтальные (подготовительные, очистные), наклонные (уклоны, ходки) и на заключительной стадии вертикальные (стволы, шурфы) выработки. В этом случае ширина и высота выработок должны обеспечивать безопасность при производстве работ по размещению отходов и погашению выработок, а длина и площадь — экономическую целесообразность их вторичного использования.

К третьему направлению относится использование подземных горных выработок, закрывшихся для добычи угольных шахт, как для размещения объектов длительной эксплуатации так и для захоронения нетоксичных промышленных и бытовых отходов.

Геологическое строение окружающих выработку горных пород, их мощность и прочностные характеристики, оказывает существенное влияние на выбор типа и параметров крепи, характер деформаций и степень

нарушенности подработанного породного массива. Прочностные характеристики и мощности слоев пород являются исходными данными для расчетов устойчивого состояния пород непосредственной кровли и прогнозирования степени нарушенности массива, при вторичной эксплуатации выработок. Горные выработки, пройденные в слабых и неустойчивых породах, закарстованных, с интенсивными оползневыми явлениями, первичному учету для повторной эксплуатации не подлежат.

Структура покрывающих пород, их мощность и положение относительно горных выработок в значительной мере предопределяет характер и величины сдвижения пород и земной поверхности, а следовательно и деформации зданий, сооружений и природных объектов, попадающих в зону влияния подземных горных работ.

Литологический состав, мощность, физические свойства, структурное строение пород и тектонические нарушения влияют на формирование гидрогеологических условий, от которых во многом зависит вероятность загрязнения окружающей среды.

Массив горных пород, окружающий подземную горную выработку предназначенную для вторичной эксплуатации, с учётом геологического строения вмещающих пород, их мощности, прочностных характеристик и гидрогеологических условий, должен обеспечивать надёжность эксплуатации этих выработок на необходимый период.

Горные выработки, пройденные «в слабых и неустойчивых породах, закарстованных, с интенсивными оползневыми явлениями», первичному учету для повторной эксплуатации не подлежат.

При оценке возможности вторичного использования выработок необходимо учитывать тип крепи и её состояние на момент обследования. К числу перспективных для размещения объектов и подлежащих первичному учёту относятся выработки (отработанные участки выработок), закреплённые и поддерживаемые которых не требует дополнительного возведения крепи. В сложных гидрогеологических условиях, при слабых и неустойчивых вмещающих породах наиболее предпочтительны монолитные бетонная и железобетонная крепи. В остальных случаях, в зависимости от назначения и времени эксплуатации объекта, могут быть использованы выработки, закреплённые сборной железобетонной, металлической арочной, анкерной и комбинированной крепью.

Состояние крепи выработок должно оцениваться на основе учёта геологических, горнотехнических и других факторов. Прогнозирование поведения крепи выработок, рассчитанных на длительную эксплуатацию, необходимо осуществить на основе изучения изменения её несущей способности во времени. При шахтных разработках нарушается природный режим подземных вод: горные выработки и дренажные устройства повышают коэффициент водообмена; деформации массива пород и земной поверхности приводят к увеличению подземного стока часто за счёт непосредственной инфильтрации, образованию взаимосвязи между отдельными водоносными горизонтами, к созданию возможности интенсивного питания подземных вод из открытых водотоков и водоёмов, расположенных вблизи месторождения.

Учёт напряжённо — деформированного состояния породного массива

ва при подземной разработке угольных месторождений является основой безопасного и эффективного ведения горных работ. Так, характер и величины деформаций крепи выработок и окружающих горных пород, изменение фильтрационных свойств подработанного массива и, следовательно, дополнительные водопритоки связаны с положением выработок относительно зон с различной степенью проявления горного давления и нарушенности породных слоёв, образовавшихся над (под) очистным выработанным пространством. Геомеханическое состояние породного массива предопределяет процесс движения горных пород, земной поверхности и необходимость принятия мер охраны подрабатываемых зданий, сооружений и природных объектов.

При планировании освоения подземного технологического пространства необходимо давать оценку существующего напряжённо-деформированного состояния подработанного породного массива и прогнозировать изменение этого состояния во времени в процессе вторичной эксплуатации выработок. Зарубежными исследователями отмечается, что при увеличении срока консервации шахт с 2 до 100 лет величина безопасного давления снижается примерно на 300 %, а прогноз сдвижений и деформаций горных пород пород предлагается вы-

полнять с использованием эмпирической зависимости, учитывающей с помощью ряда коэффициентов условия разработки и временной фактор.

Другим фактором, оказывающим влияние на геомеханическое состояние породного массива при размещении отходов в горных выработках, является изменение объёма заполнителя под воздействием длительной нагрузки, что приводит к развитию (активизации) процесса сдвижения горных пород и земной поверхности.

Основные требования в области охраны недр, при подземном хранении (захоронении) отходов производства, сводятся к предотвращению проникновения загрязнений в водоносные горизонты породного массива окружающего эти выработки, подземные воды горных выработок, земную поверхность и водоёмы.

Главным фактором, определяющим степень влияния эксплуатации подземных объектов, размещаемых в отработанном технологическом пространстве шахт, на окружающую среду является геомеханическое состояние породного массива, и в частности, развитие деформационных процессов и изменение его фильтрационных свойств. Экологические последствия могут наступить при разрушении крепи выработок и развитии или активации сдвижения толщи пород и земной поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левкин Ю.М. Выявление влияния горногеологических факторов на процессы подземной газификации углей с помощью геометризации. Сб. Применение математических методов и ЭВМ в геологии. Новочеркасск, 1983.

2. Левкин Ю.М. Исследование влияния сдвижения горных пород на устойчивость

технологических скважин при геотехнологических способах добычи. Сб. Совершенствование технологии и техники подземной разработки рудных месторождений М.МГИ 1983.

3. Левкин Ю.М. Влияние сдвижения горных пород при скважинной добычи полезных ископаемых на обсадные колонны.

Сб. Научно-технические проблемы повышения эффективности работ и совершенствования маркшейдерской службы на горных предприятиях страны. Свердловск СГИ 1984.

4. Iofis M.A., Levkin Y.M. Ways to mitigate harmful environmental of mining operations. 'Methodes de diminution de l'effet nuisible des operations minières sur l'environnement Mittel zur Senkung der schadlichen Bergbauwirkung auf die Umwelt'. EUROCK '93/LISBOA/PORTUGAL PROCEEDINGS / COMPTES — RENDUS / SITZUNGS-BERICHTS ISRM INTERNATIONAL SYMPOSIUM / 1993. 06. 21 — 24.

5. Levkin Yu.M., Iofis I.M. Interaction between the excavator support and joined rock mass. Proceedings of the second international conference on the mechanics of joined and faulted rock — MJFR-2. Vienna/Austria/10-14 april 1995. MECHANICS OF JOINTED AND FAULTED ROCK. Edited by HANSPETER ROSSMANITH Institute of Mechanics, Technical University of Vienna, Austria.

6. Отчёты по теме НИР МГУ «Маркшейдерское обеспечение эксплуатации объектов в подземном технологическом пространстве при отработке угольных месторождений»: — Разработка методических рекомендаций по маркшейдерскому обследованию подземного технологического пространства для оценки возможности его использования. 04 января 1995 г. — Разработка проекта руководства по маркшейдерскому обеспечению эксплуатации объектов в подземном технологическом пространстве угольных месторождений европейской части России. 27 декабря 1996 г.

7. Попов В.Н., Иофис М.А., Орлов Г.В., Левкин Ю.М. Оценка и прогноз геомеханического состояния подработанного слоистого массива горных пород. Симпозиум «Современное горное дело: Образование, Наука, Промышленность» Посвящается памяти академика Владимира Васильевича Ржевского 29.01.96 — 2.02.96г.

8. Levkin Yu.M., Orlov G.V. Prevention of surface subsidence caused by underground mining and coal gasification — MINING IN THE 3RD MILLENNIUM. The Social and Environmental Impact. Xth INTERNATIONAL CONGRESS of the INTERNATIONAL SOCIETY FOR MINE SURVEYING in conjunction with the 23rd IEMSA NATIONAL

SURVEYING CONFERENCE, Fremantle, Western Australia/2-6 November 1997, Congress Proceeding, Hosted by The Institution of engineering and mining surveyors Australia

9. Попов В.Н., Иофис М.А., Орлов Г.В., Левкин Ю.М. Оценка и прогноз геомеханического состояния подработанного слоистого массива горных пород. International Society for Mine Surveying 4-th Commission (Rockmass movements and mining damage). Proceedings of the Scientific Sessions in Ustron — Poland (No.XVIII, 1995) and Balatongyorok — Hungary (No.XIX, 1996). Gliwice, Poland, 1997.

10. Левкин Ю.М. Мониторинг подземных горных выработок повторной эксплуатации. — М., Издательство МГУ, Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. — № 6, с. 127.

11. Левкин Ю.М. Геоэкологический контроль окружающей среды при повторной эксплуатации подземных горных выработок. Роль науки и образования в третьем тысячелетии. Сб. тезисов докладов./ Четвёртая международная экологическая конференция студентов и молодых учёных. — Москва. МГУ — 16 — 18 апреля 2000 г. — Том 1. — Смоленск: Ойкумена. 2000. — стр.158 — 160.

12. Левкин Ю.М. Использование геодинамического районирования в условиях вторичной эксплуатации подземного пространства угольных шахт. Тезисы научных докладов. У1 Международная конференция «Экология и развитие Северо — Запада России». 11 — 16 июля 2001 г. СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). 2001. — 248 с.

13. Левкин Ю.М. Использование геодинамического районирования в условиях вторичной эксплуатации подземного пространства угольных шахт. У1 Международная конференция « Экология и развитие Северо — Запада России». 11 — 16 июля 2001 г. СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). 2001. — стр.164

14. Левкин Ю.М., Левкин В.В. «Факторы, определяющие целесообразность закрытия подземных угольных шахт» Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Сб. докладов/Пятая международная экологическая конференция студентов и молодых

ученых. Москва, МГГУ. 18-19 апреля 2001 г. Том 1. — Смоленск, Ойкумена, 2001. — 368 с. (224 — 227).

15. Левкин Ю.М. Геодинамический контроль подземных горных выработок угольных шахт при вторичной эксплуатации. Тезисы научных докладов. 7 Международная конференция «Экология и развитие Северо-Запада России». 2 — 7 августа 2002 г. СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). 2002. — 4 с.

16. Левкин Ю.М. Горнотехнические и геологические факторы, определяющие возможность повторного использования выработок. «Экологическая безопасность как ключевой фактор устойчивого развития.» Сб. докладов / Шестая международная экологическая конференция студентов и молодых учёных. Москва, МГГУ. 1 — 3 апреля 2002 г. Том 1. — Смоленск, Ойкумена, 2002. — с. 96 — 99.

17. Левкин Ю.М. Горнотехнические и геологические факторы, определяющие возможность повторного использования выработок. — М., Издательство МГГУ, Гор-

ный информационно-аналитический бюллетень. 2002 — №12, с. 25 — 26.

18. Левкин Ю.М. Вторичная эксплуатация подземных горных выработок угольных шахт. — М., Издательство МГГУ, Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003. — № 2, с. 13 — 16.

19. Левкин Ю.М., Иофис И.М. Взаимодействие крепи выработки с подработанным породным массивом. — М., Издательство МГГУ, Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003. — № 4, с. 20 — 24.

20. Левкин Ю.М., Левкин М.Ю. Осуществление мониторинга за состоянием охранных закладочных целиков подземных горных выработок, предназначенных для вторичного использования. — М., Издательство МГГУ, Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. — № 12. — С. 106–110.

21. Левкин Ю.М. Маркшейдерский мониторинг подземного пространства вторичного многоцелевого использования угольных шахт. — М., Издательство МГГУ, Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. — № 10, с. 41. **ИЛАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Левкин Юрий Михайлович — профессор,

Левкин М.Ю. — аспирант.

Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru



ГОРНАЯ КНИГА-2012



Англо-русский словарь по горному делу

Л.Л. Графова

2012 год

172 с.

ISBN: 978-5-98672-287-0

UDK: 811.11

Словарь содержит около 6000 терминов, терминологических сочетаний и сокращений по горному делу и смежным вопросам.

Для ученых и специалистов, работающих в области горного дела, преподавателей, студентов и аспирантов высших учебных заведений, а также технических переводчиков.