

УДК 622.51 : 628.33

С. П. ВЫСОЦКИЙ^а, С. Е. ГУЛЬКО^бГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ^б Донгипрошахт**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЗАКРЫТИИ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Аннотация. Технические риски при эксплуатации и закрытии угольных шахт оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду, что обуславливает: загрязнение атмосферы парниковым газом-метаном и продуктами горения породных отвалов, загрязнение поверхностных и подземных водных источников высокоминерализованными шахтными водами, опасность разрушения зданий, сооружения и коммуникаций при их размещении над территориями подрабатываемых шахтных полей. Обосновано использование методов дегазации угольных пластов и применение микробиологической деструкции метана с использованием бактерий. Для снижения неблагоприятного воздействия терриконов обосновано сооружение плоских отвалов и использование «глиняных» экранов. Приведена характеристика влияния подработок на состояние земной поверхности, которые вызывают опасности разрушения зданий, сооружений и подземных коммуникаций.

Ключевые слова: угольные шахты, воздействие, метан, дегазация, терриконы, подработка.

Мы живём во время, когда основная часть угольных месторождений уже открыта. Мировые запасы всех видов углей оцениваются в 8 620 млрд тонн. При этом извлекаемыми считаются запасы каменного угля в пластах мощностью 0,3 м, залегающих на глубине не более 2 000 м. Угли, не соответствующие этим требованиям, относятся к потенциальным запасам. Запасы угля на Земле расположены весьма неравномерно. Однако странам СНГ повезло, примерно 6 000 млрд тонн – это запасы угля на территории бывшего СССР. На втором месте по запасам, примерно 4 150 млрд тонн – Северная Америка, а на третьем с 1 600 млрд тонн – Азия (без стран СНГ).

По уровню жизни для населения, обеспечивающего примерно 30 % всех твердотопливных энергоносителей и почти 60 % всех видов энергоносителей в мире, нельзя утверждать, что нам очень повезло. А если сюда добавить ещё и экологическую составляющую, то оказывается, что население таких регионов, к которым относится и Донбасс, оказалось в неблагоприятной ситуации.

Эксплуатация шахт оказывает целый ряд неблагоприятных воздействий на окружающую среду. Причём неблагоприятное воздействие не прекращается даже после закрытия шахт. Прослеживается подобная ситуация и с другими энергетическими монстрами АЭС. Их неблагоприятное воздействие на окружающую среду продолжается и после вывода их из эксплуатации. В связи с необходимостью финансирования природоохранных мероприятий, объем которого бывает столь значителен, что это сказывается на экономике целых стран. Требуется оценка неблагоприятных воздействий при эксплуатации и закрытии шахт и обоснование применения мероприятий по их минимизации.

Целью настоящей работы является по возможности полная оценка неблагоприятного воздействия шахт на окружающую среду и методов устранения или минимизации указанных воздействий.

Неблагоприятное воздействие шахт на окружающую среду включает:

- загрязнение атмосферы парниковым газом – метаном, который в 21 раз интенсивнее действия диоксида углерода, при расчете на единицу массы компонента;
- загрязнение атмосферы соединениями серы: сероводородом и диоксидом серы в результате горения породных отвалов;
- загрязнение атмосферы пылью в результате уноса высокодисперсных частиц пыли из терриконов;

- загрязнение поверхностных водных источников высокоминерализованными шахтными водами;
- отчуждение больших территорий под золоотвалы;
- загрязнение подземных вод в результате выщелачивания токсичных компонентов (в основном соединений тяжелых металлов) под воздействием осадков;
- разрушение зданий, сооружений и подземных коммуникаций при их размещении над территориями подрабатываемых шахтных полей.

Некоторые из приведенных факторов относятся к событиям непреодолимой силы и в настоящее время их действие не может быть исключено. Так, по первому фактору, несмотря на то, что существуют теоретические и лабораторные проработки по мембранным методам концентрирования таких газов, как метан, практическая реализация технологии не может быть осуществлена вследствие относительно низких удельных потоков газов через мембраны и высоких удельных затрат электроэнергии на компримирование вентиляционных выбросов. Существуют направления использования шахтного метана, реализация которых уже начата [1].

Шахтный метан является малоиспользуемым энергетическим ресурсом. Вместе с тем, он является попутным полезным ископаемым, извлечение которого диктуется не только необходимостью обеспечения газобезопасности ведения горных работ, но и его востребованностью и рентабельностью как самостоятельного топлива, добыча которого может осуществляться независимо от разработки угля. Рентабельность газодобычи достигается использованием эффективной углегазопромысловой технологии с учетом сокращения атмосферных выбросов метана, которая уже более 10 лет успешно применяется в США, Канаде и Китае, а в последние годы в России, Германии, Австралии и других странах [2–3].

Шахтный метан достаточно полно используется индустриально развитыми странами как вспомогательный источник энергии для электроэнергетики и в качестве топлива для автотранспорта угледобывающих регионов. Особое внимание уделяется разработкам новых технологий извлечения метана из угольных пластов, позволяющих разрабатывать месторождения в качестве газоугольных и отвечающих требованиям ресурсосбережения и экологической безопасности [4]. Опыт дегазации шахт, извлечения метана из неразгруженных угольных пластов, подрабатываемой углевымещающей толщи и выработанного пространства отработанных участков закрытых шахт говорит о тесной взаимосвязи геологических, геомеханических и технологических аспектов функционирования предприятий по совместной добыче угля и метана [5].

Проведенные на АП «Шахта им. А. Ф. Засядько» работы по применению дегазации на пласте l_1 подтвердили его эффективность для интенсификации дегазации обрабатываемых угольных пластов. На всех обработанных участках была достигнута заданная эффективность дегазации 30 %. Кроме того, при некоторых режимах воздействия был достигнут коэффициент дегазации 0,68. Сравнение применяемых для оценки интенсивности дегазации показателей среднего удельного газовыделения из скважин, через которые было произведено воздействие ($v_z/l_{ска.} = 603 \text{ м}^3/\text{м}$), с контрольным ($203 \text{ м}^3/\text{м}$) показывает увеличение средней интенсивности газовыделения в 2,6 раза.

При использовании пневмогидродинамической дегазации при создании перепада давления величиной 2,6–7,0 МПа при сбросе в скважине происходят интенсивная промывка закольматированного горного массива и изменения в напряженно-деформированном состоянии прискважинной зоны, приводящие к увеличению проницаемости массива и повышению выхода метана в скважину [6].

Следующим направлением снижения эмиссии метана является применение микробиологического окисления метана с использованием бактерий. На шахте «Ясиновская-Глубокая» объединения «Советскуголь» было подвержено обработке 60 м² площади выработанного пространства. В зоне микробиологического воздействия на сопряжении лавы с вентиляционным штреком в результате биохимической реакции местные скопления метана были снижены на 58 %. Совместно с Институтом микробиологии и вирусологии НАН Украины, Институтом биохимии и физиологии микроорганизмов РАН и ВНИИСинтезбелок способ был применен для дегазации выработанных пространств двух лав шахты «Ясиновская-Глубокая» и семи лав шахты «Западно-Донбасская» ГХК «Павлоградуголь», где была использована биомасса метаноокисляющих бактерий Нарткалинского химкомбината. Площадь микробиологической обработки была доведена до 4 600 м².

Подготовленная суспензия насосом по трубопроводу подавалась в призабойное пространство лавы и оросительными форсунками, установленными на секциях крепи, или с помощью разбрызгивающей насадки наносилась на обрушаемые породы. При этом на участке выработанного пространства лавы длиной 25...30 м формировался микробиологический фильтр, проходя через который метан

выработанного пространства окислялся бактериями. В результате обработки в лаве длиной 150 м при способе управления кровлей полным обрушением и исходном газовыделении из выработанного пространства 70 % в течение 22 суток обработки был создан биологический фильтр размером по простиранию 25 м, что привело к существенным изменениям структуры газового баланса добычного участка. В период воздействия относительная газообильность участка снизилась с 8,75 до 6,61 м³/т, а средняя концентрация метана в исходящей струе воздуха – с 0,9...1,0 % до 0,66 %. При этом средне-суточная нагрузка на лаву повысилась с 768 до 922 т. Таким образом, даже при возросшей на 20 % суточной нагрузке на лаву, средняя концентрация метана в исходящей струе участка была меньше, чем до применения бактерий, что обеспечило возможность дальнейшего увеличения нагрузки на очистной забой до 1 200 т/сут.

Технология дегазации тупиков погашаемых штреков состоит в периодическом нанесении суспензии на породы, обрушаемые при их погашении. Применение микробиологического воздействия обеспечило снижение газообильности выработанных пространств участков на 36...57 % и концентрации метана в зонах его скопления в 10–19 раз.

Применение интенсификации предварительной дегазации через поверхностные дегазационные скважины с применением пневмогидродинамического воздействия, интенсификации дегазации через дегазационные скважины, пробуренные из подготовительных выработок при подготовке и отработке выемочных участков с помощью гидродинамического воздействия и снижения газовыделения из выработанного пространства и тупиков погашаемых штреков микробиологическим воздействием, позволяет не только повысить безопасность ведения горных работ, но и существенно увеличить количество используемого метана угольных месторождений (за счет повышения концентрации метано-воздушной струи) и снизить его выбросы в атмосферу.

Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды является поступление загрязнения из огромного количества породных отвалов – терриконов. Их отрицательное действие проявляется в загрязнении атмосферы пылью и соединениями серы и гидросферы – соединениями тяжелых металлов.

Самовозгорание происходит на 60...75 % конических и 20...35 % плоских отвалов. С поверхности отвалов в атмосферу ежегодно поступает более 500 тыс. т газообразных загрязнителей. Суточная эмиссия загрязнений с отвалов шахт и обогатительных фабрик Донбасса составляет около 10 т оксида углерода, 155 т диоксида углерода, 1,5 т диоксида серы, 340 кг сероводорода и 75 т оксидов азота.

Для предотвращения пыления породных отвалов наиболее эффективным методом является их озеленение [7]. Такой метод применим к «старым отвалам». Для отвалов, находящихся в эксплуатации и относительно «молодых», возможно использование химического связывания пылящей породы. Например, с использованием полимерных растворов ММ-1 (гидролизированный априлонитрил), технических лигносульфатов, спиртовой барды, нефтяных шламов, а также латекса. Как известно, такое решение было использовано в 30-и километровой зоне после аварии на Чернобыльской АЭС. Возможно также использование измельченного известняка, который при реакции с образующейся в терриконах серной кислотой создает защитную пленку гипса [8]. Учитывая относительно высокую стоимость такого решения с точки зрения затрат на его выполнение, очевидно, что такой метод целесообразно осуществлять для терриконов, находящихся в городской черте мегаполисов. Для распыления растворов могут быть использованы дроны.

Химическими источниками загрязнений атмосферы и гидросферы являются сульфиды различных металлов (пирит, марказит, пиротин, халькопирит и др.), которые в значительных количествах содержатся в породных отвалах. Сульфиды металлов в присутствии влаги и кислорода окисляются с образованием сернистой и серной кислот. При взаимодействии этих кислот с неокисленными сульфидами образуется токсичное соединение – сероводород, загрязняющий атмосферный воздух, и происходит выщелачивание соединений тяжелых металлов, загрязняющих подземные и поверхностные воды.

Кроме указанных загрязнителей, отвальная порода угольных шахт Донбасса содержит уран. Концентрация урана изменяется в пределах от 2 до $2,6 \cdot 10^{-4}$ %. Несмотря на относительно малое содержание урана, продукт его распада – радий воздействует по интенсивности излучения в 2 млн раз больше по сравнению с ураном. «Потомком» распада радия является радон ²²²Rn, который имеет малый период полураспада (3,825 суток). В цепи распада радона образуется торий-232, который распадается с образованием радона-220 с периодом полураспада всего 54,5 с. Продукты полураспада радона имеют электрический заряд и способны присоединяться к аэрозольным частицам, абсорбироваться

на пористых частицах пыли, и таким образом, относительно инертные частицы пыли являются «снарядами», бомбардирующими легкие населения Донбасса. Отрицательное действие излучения от продуктов распада может быть снижено именно за счет уменьшения их переноса с частицами пыли.

Основной причиной вредного воздействия на окружающую среду терриконов угольных шахт, находящихся в эксплуатации, является поступление в атмосферу продуктов горения: диоксида серы и оксида углерода [9]. Для горящих отвалов предусматривается их тушение и формирование плоских отвалов.

Формирование плоских отвалов осуществляется послойно. Толщина каждого слоя не должна превышать пожароопасных величин. Отсыпка каждого последующего слоя осуществляется только после снижения воздухопроницаемости заложенного слоя до приемлемых значений. В некоторых случаях допускается возможность формирования пожароопасных отвалов с повышенной толщиной слоя, однако высота слоя не должна превышать 10 метров.

Для снижения воздухопроницаемости и, соответственно, предотвращения загрязнения атмосферы диоксидом серы и пылью, а гидросферы – соединениями тяжелых металлов используется уплотнение породы и укладка слоев с учетом углов откоса и состава породы. Институт УкрНИИпроект выполнил комплекс исследований по влиянию степени уплотнения различных материалов на коэффициент воздухопроницаемости.

Выполненная нами обработка указанных экспериментальных данных показала, что коэффициент воздухопроницаемости является экспоненциальной функцией степени уплотнения (рис. 1).

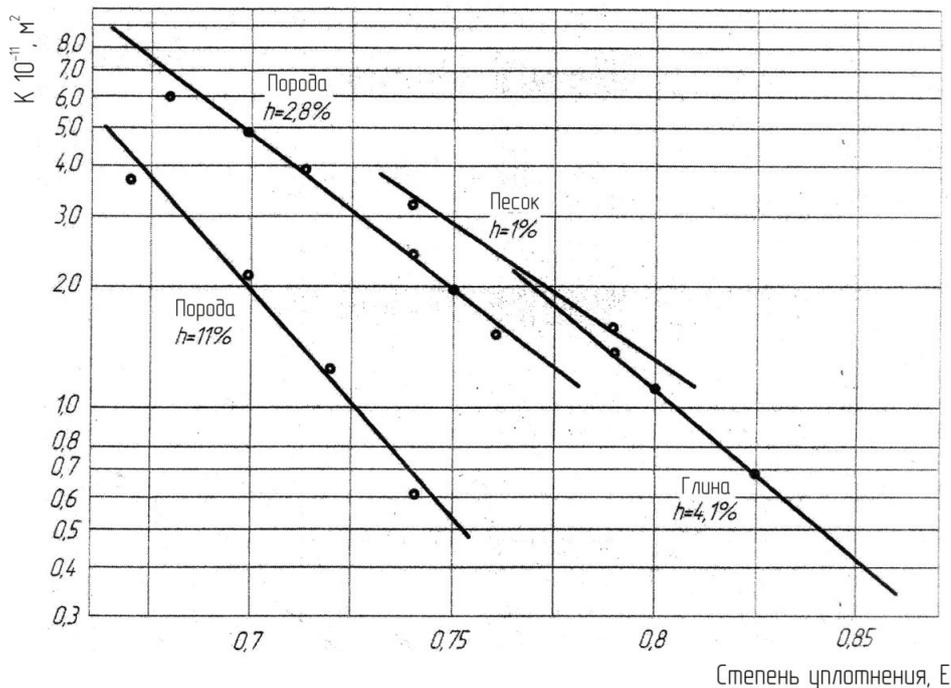


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента воздухопроницаемости от степени уплотнения.

Для обеспечения одинакового коэффициента воздухопроницаемости для отвальной породы требуется значительно меньшая степень уплотнения по сравнению с песком и глиной. Кроме этого, увеличение влажности породы, например, в 4 раза при одинаковом значении степени уплотнения 0,725 уменьшает коэффициент воздухопроницаемости в 3 раза.

Аналитическая зависимость коэффициентов воздухопроницаемости от степени уплотнения для влажности породы 2,8 и 11 % описываются следующими уравнениями:

$$k = 1,35 \cdot 10^{-5} \exp(-17,9 P); h = 2,8 \%,$$

$$k = 1,70 \cdot 10^{-5} \exp(-25,87 P); h = 11 \%,$$

где P – давление, МН/м²;
h – относительная влажность, %.

Приведенные данные показывают, что при сооружении плоских отвалов необходимым условием снижения воздухопроницаемости, кроме уплотнения, является увлажнение породы.

Самую низкую воздухопроницаемость имеет глина, она же поддается самой высокой степени уплотнения даже при относительно небольшой влажности. Слои глины целесообразно использовать для создания как водо- так и воздухоплотных экранов под и над слоями породы.

В последние годы во многих крупных городах Украины отмечается значительное повышение уровня грунтовых вод из-за техногенных подтоплений. В угольных бассейнах это в значительной степени обусловлено закрытием нерентабельных шахт. Более распространены обводнения территорий городов через утечки воды из водонесущих коммуникаций – водопроводов, канализации и тепловых сетей. На большей части территории Донбасса залегают макропористые лессовые грунты (65 % площади) – ими сложены Волынская и Подольская возвышенности, междуречье Днепра и Днестра, Причерноморская впадина и Приазовье. Толщина лессовых грунтов составляет от 3 до 35 м, а просадочность при давлении 0,3 МПа составляет от 0,01 до 0,15.

В пределах Украины макропористые лессовидные грунты подстилаются глинистыми практически водонепроницаемыми грунтами, поэтому образование водоносного горизонта из местных скоплений грунтовых вод практически неизбежно. Питание таких горизонтов в последнее время обеспечивается утечками из водонесущих коммуникаций, изношенность которых в ряде городов дошла до 80 %. При малой естественной влажности лесс достаточно прочен, но с увеличением влажности, особенно при обводнении, лессовидные грунты склонны к значительным просадкам в результате возникновения тиксотропного эффекта. Просадки обуславливают возникновение уступов на земной поверхности, которые вызывают деформации трубопроводов и, в свою очередь, еще большее обводнение. Просадочные деформации зданий и промышленных сооружений отмечаются в городах: Донецке, Горловке, Енакиеве, Запорожье, Днепропетровске, Херсоне, Краматорске и многих других городах.

Уступ на земной поверхности представляет террасообразную локальную сдвижку соседних блоков горных пород с выпукло-вогнутым профилем (рис. 2) из-за наличия на коренных скальных породах чехла четвертичных отложений, чаще всего, суглинков. Высота уступов достигает 50...60 см, они разрушают любые сооружения, под которыми образовались. На 1 км створа вкрест простирания на подработанной территории в среднем приходится около 60 уступов, 78 % из них – малые, меньше 10 см [10], практически безопасные для сооружений и коммуникаций. Но 22 % уступов – большие, на километр створа вкрест простирания это около 13 уступов. Строительство любых сооружений не допускается без особых мероприятий, если ожидаемая высота уступов 25 и более см.



Рисунок 2 – Уступ высотой 52 см на улице Матросова (г. Горловка).

В г. Горловка теряется 40...60 % очищенной питьевой воды. Причиной является изношенность водопроводных сетей и подработанность территорий их размещения.

Согласно информации из официальных источников, в городах Донбасса огромные потери очищенной воды вызваны износом сетей. Так, в Горловке теряется около двух третей воды, подаваемой из фильтровальных станций в разводящую сеть. Для устранения потерь необходимы огромные масштабы работ по реконструкции сетей. На западе разработаны передовые технологии реконструкции сетей водоснабжения без разрытия улиц. Их применение очень перспективно, но требует больших капиталовложений. Для повышения надёжности эксплуатации водных коммуникаций необходима замена разводящих сетей малого диаметра, среди которых еще много чугунных водопроводов с раструбным соединением, на полиэтиленовые трубопроводы. Сравнивая стоимости трубопроводов полиэтиленовых и стальных, можно отметить, что для диаметров до 400 мм и давления 0,6 МПа (6 атм) они примерно одинаковы.

Оценка неблагоприятного воздействия сброса шахтных вод на состояние поверхностных водных объектов приведена авторами в [11].

ВЫВОД

1. Основные виды неблагоприятных воздействий шахт на окружающую среду включают эмиссию метана с вентиляционными выбросами, подработку территорий в селитебных зонах, поступление в поверхностные водоемы высокоминерализованных шахтных вод и загрязнение атмосферы, обусловленное горением и пылением терриконов.

2. Для снижения воздействия на климат парникового газа – метана предпочтительно применение дегазации породы с использованием гидродинамического воздействия.

3. Снижение неблагоприятного воздействия терриконов на состояние атмосферы, обусловленное пылением и самовоспламенением пород, достигается путем создания защитных экранов из полимерных композиций, организации плоских отвалов и создания экранов из глины.

4. Полученные аналитические зависимости коэффициентов фильтрации различных пористых сред показывают, что наибольшими экранирующими свойствами обладают увлажненные слои глины. Их использование позволяет предотвратить или значительно снизить загрязнение атмосферы диоксидом серы как продуктам окисления и сульфида железа, пирита и образующегося сернистого водорода при воздействии среды с низким уровнем pH. Учитывая наличие кислотных дождей в регионе, воздействие осадков с низким уровнем pH является основной причиной загрязнения атмосферы токсичным сероводородом.

5. Приведена характеристика уступов поверхности Земли над территориями выработанных шахтных полей, которые вызывают повреждение зданий, сооружений и коммуникаций в городах Донбасса. Закрытие шахт и их затопление также вызывают необратимые воздействия на территорию в результате возникновения тиксотропного эффекта и заболачивания поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ластовецкий, В. П. Добыча метана в Кузнецком угольном бассейне и напряженно-деформированное состояние пород [Текст] / В. П. Ластовецкий // Изв. ВУЗ Горн. журнал. – 2003. – № 1. – С. 44–52.
2. Гулько, С. Е. Технологические риски при эксплуатации и закрытии угольных шахт [Электронный ресурс] / С. Е. Гулько // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : Материалы XII Международной научно-практической конференции / Под ред. : С. Г. Костюк. – Кемерово : КузГТУ, 2017. – С. 110–1–110–11. – Режим доступа : <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/BGD/2017/bgd2017/pages/Articles/110.pdf>.
3. Ренер, В. Утилизация рудничного газа в немецкой каменноугольной промышленности [Текст] / В. Ренер // Глюкауф. – 2003. – № 1. – С. 30–34.
4. Пучков, Л. А. Геомеханическое обоснование и разработка технологии извлечения метана из угольных пластов в режиме кавитации с использованием энергии массива [Текст] / Л. А. Пучков, С. В. Сластунов, Г. Н. Фейт / ФТПРПИ. – 2002. – № 4. – С. 11–15.
5. Трубецкой, К. Н. Повышение эффективности подземной разработки высокогазоносных угольных месторождений на основе организации совместной добычи угля и метана [Текст] / К. Н. Трубецкой // Уголь. – 2003. – № 9. – С. 3–6.
6. Софийский, К. К. Нетрадиционные способы предотвращения выбросов и добычи угля [Текст] / К. К. Софийский, А. П. Калфакчян, Е. А. Воробьев. – М. : Недра, 1994. – 192 с.
7. Агурова, И. В. К вопросу изучения условий произрастания растений на отвалах угольных шахт Донбасса [Текст] / И. В. Агурова, О. Н. Горохова // Мировые инновационные технологии восстановления нарушенных и загрязненных земель техногенных регионов : Сборник материалов международной научно-практической конференции / Кемеровский ЧСХИ. – Кемерово: ПГ КО «Кемеровский полиграфкомбинат», 2008. – С. 16–18.

8. Лычагин, Е. В. Совершенствование методов закрепления пылящих поверхностей [Текст] / Е. В. Лычагин, И. В. Сеница // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – № 8. – С. 136–140.
9. Саранчук, В. И. Борьба с горением породных отвалов [Текст] / В. И. Саранчук. – К. : Наукова думка, 1978. – 268 с.
10. Вдосконалення моделі утворення уступу [Текст] / О. Г. Сірик, В. О. Пеньков, О. В. Грабар, М. В. Васечкін // Містобудування та територіальне планування. – 2004. – Вип. 18. – С. 149–157.
11. Высоцкий, С. П. Снижение вредного воздействия горных предприятий на окружающую среду [Текст] / С. П. Высоцкий, С. Е. Гулько // Научный вестник НИИГД Респиратор. – Донецк, 2017. – № 1 (54). – С. 65–74.

Получено 03.09.2017

С. П. ВИСОЦЬКИЙ^a, С. Є. ГУЛЬКО^b
ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ЗАКРИТТІ ВУГІЛЬНИХ
ШАХТ

^a ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», ^b Донгіпрошахт

Анотація. Технічні ризики при експлуатації і закритті вугільних шахт несприятливо впливають на навколишнє середовище, що зумовлює забруднення атмосфери парниковим газом-метаном і продуктами горіння породних відвалів, забруднення поверхневих і підземних водних джерел високомінералізованими шахтними водами, небезпеку руйнування будівель, споруд та комунікацій при їх розміщенні над територіями підроблюваних шахтних полів. Обґрунтовано використання методів дегазації вугільних пластів і застосування мікробіологічної деструкції метану з використанням бактерій. Для зниження несприятливого впливу териконів обґрунтовано спорудження плоских відвалів і використання «глиняних» екранів. Наведено характеристику впливу розробок на стан земної поверхні, які спричиняють небезпеку руйнування будівель, споруд і підземних комунікацій.

Ключові слова: вугільні шахти, вплив, метан, дегазація, терикони, розробка.

SERGEY VYSOTSKY^a, SERGEY GULKO^b
ENVIRONMENTAL RISKS IN THE OPERATION AND CLOSURE OF COAL
MINES

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b Dongiproshakht

Abstract. The technical risks associated with the operation and closure of coal mines include the adverse environmental impact caused by: atmospheric pollution by greenhouse gas methane and combustion products of rock dumps, contamination of surface and underground water sources by highly mineralized mine waters, the risk of destruction of buildings, structures and communications when placed above the territories of worked-out mine fields. The use of methods for degassing coal seams and the application of microbiological destruction of methane using bacteria have been proved. To reduce the adverse impact of waste heaps, the construction of flat dumps and the use of «clay» screens have been proved. The characteristics of the impact of sub-projects on the state of the earth's surface have been given, which cause the danger of destruction of buildings, structures and underground communications.

Key words: coal mines, impact, methane, degassing, waste tanks, worked-out mine fields.

Высоцкий Сергей Павлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: техносферная безопасность при эксплуатации промышленных предприятий, очистка промышленных и природных вод, энергосбережение.

Гулько Сергей Евгеньевич – кандидат технических наук, директор института Донгипрошахт. Научные интересы: защита окружающей среды, экологические проблемы при эксплуатации и закрытии угольных шахт, очистка шахтной воды.

Висоцький Сергій Павлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: техносферна безпека при експлуатації промислових підприємств, очищення промислових і природних вод, енергозбереження.

Гулько Сергій Євгенович – кандидат технічних наук, директор інституту Донгіпрошахт. Наукові інтереси: захист навколишнього середовища, екологічні проблеми при експлуатації та закритті вугільних шахт, очищення шахтної води.

Vysotsky Sergey – D. Sc. (Eng.), Professor, the Head of the Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technospheric safety during operation of industrial enterprises, purification of industrial and natural waters, energy saving.

Gulko Sergey – Ph. D. (Eng.), Director of the Dongiproshakht Institute. Scientific interests: environmental protection, environmental problems in the operation and closure of coal mines, cleaning of mine water.