

УДК 622.69

*к.т.н. Денисенко В. П.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР),
к.т.н. Безбородов В. А.
(МакНИИ, г. Макеевка, ДНР)*

ЗОНАЛЬНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ШАХТНЫХ ГАЗОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ ГОРНЫХ ОТВОДОВ ЗАКРЫТЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Приведены результаты изучения степени опасности земной поверхности горных отводов закрытых шахт по выделению шахтных газов. Установлено зональное распределение компонентного состава шахтных газов по площади горных отводов в зависимости от геологических и горнотехнических условий разработки угольных пластов.

Ключевые слова: угольная шахта, реструктуризация, шахтные газы, зональное распределение.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Закрытие неперспективных шахт является одним из кардинальных направлений реструктуризации угольной промышленности во всех странах постсоветского пространства, которая направлена на достижение конкурентоспособности отечественного угля на внутреннем, а также на внешнем рынке. В связи с этим происходит массовое закрытие шахт. Если ранее фактически единственной причиной закрытия угольного предприятия была полная отработка продуктивных запасов, то сейчас всё более веским аргументом стала технико-экономическая несостоятельность или особая убыточность шахты. Однозначно закрытие шахты должно быть обусловлено полной отработкой запасов угля и сопутствующих полезных ископаемых.

Практика закрытия шахт в ведущих угледобывающих странах Европы свидетельствует о том, что на территории ликвидированных (закрытых) угольных шахт происходят опасные сдвигения земной поверхности, техногенные аварии и даже катастрофы, нередко сопровождающиеся человеческими жертвами [1].

Закрытие шахт в Донбассе по программе реструктуризации угольной промышленности явилось причиной непредвиденных экологических проблем, которые по своей значимости вышли на один уровень с социально-экономическими вопросами региона.

Изменение сформировавшейся и устойчивой природно-техногенной ситуации в условиях вывода шахт из эксплуатации привело к возникновению комплекса нежелательных явлений и процессов: подъём уровня подземных вод с подтоплением территорий, затоплением подземных сооружений и коммуникаций; интенсификация газовыделения и скопление газов в подземных сооружениях.

По ориентировочным прогнозам, объёмы метана в техногенных коллекторах могут в 2–3 раза превышать объём газа, выделившегося при добыче угля за весь период эксплуатации шахты, что подтверждается мировой практикой [2].

Накапливающийся в выработанных пространствах газ при определённых горно-геологических условиях может выходить на земную поверхность, вызывая загазирование подвалов и других помещений, что неоднократно являлось причиной взрывов и травмирования людей. Случаи неорганизованного газовыделения из ликвидированных шахт происходили и происходят в населённых пунктах Донбасса [3]. Безусловным в таких случаях является выполнение требований «Инструкции по защите зданий и сооружений от проникновения метана» [4]. В решении вопроса предотвращения выхода шахтных газов на земную поверхность весьма полезен опыт России [5, 6].

Впервые выделение метана на земную поверхность обнаружилось в 1965 г. после вспышки в помещении поверхностного электровозного гаража шахты № 1-1-бис «Альберт» и тогда же зафиксировано в жилых помещениях и погребках четырёх домов в Стаханове. Газовыделение из старых выработанных пространств шахты «Замковская» в городе Брянке привело к гибели людей от удушья. В г. Первомайске из выработанных пространств закрытой шахты «Центральная-Первомайская» метан выделялся на поверхность после её ликвидации около 20-ти лет. На подработанной территории за это время произошло 5 взрывов и вспышек метана в жилых и производственных помещениях. Вследствие затопления горных выработок шахты «Центральная» и выжимания шахтных газов в старые шурфы шахты «Львовская-Комсомольская» от отравления углекислым газом погибла местная жительница [7].

Экологическая ситуация в Донбассе изменяется от техногенных нагрузок на окружающую среду, которые проявляются в связи с последствиями реструктуризации угольных шахт. Ввиду неопределённости развития гидрогеоэкологической ситуации и отсутствия надёжной прогнозной оценки последствий ликвидации шахт, которая предусматривает постоянное наблюдение за состоянием основных компонентов окружающей среды (гидросферы, атмосферы, земной поверхности), очень актуальными являются мониторинговые исследования по определению степени опасности выделения шахтных газов на земную поверхность и подтопления ландшафтов техногенными (шахтными) водами.

По итогам изучения первичных статистических данных и отчётных сведений, их обобщённого сравнительного анализа с учётом конкретных условий возможности выделения шахтных газов на земную поверхность в пределах горных отводов ликвидируемых шахт должен быть разработан комплекс результативных мероприятий, направленных на предотвращение и сни-

жение вредного влияния на окружающую среду.

Опыт показывает, что появление метана в почвенном воздухе значительно опережает загазирование помещений. Поэтому можно ограничиться измерением содержания метана и углекислого газа в почве и проведением постоянного мониторинга. Это даёт возможность предусмотреть превентивные меры по предупреждению загазирования помещений. Своевременное выявление опасных зон на ликвидируемых шахтах Стахановского региона и применение мер по предотвращению неорганизованного выхода газа на поверхность позволило не допустить взрывов и вспышек метана.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что неорганизованный выход шахтного газа метана на поверхность из выработанного пространства закрытых шахт предотвращается путём их дегазации. Это указывает на необходимость длительного мониторинга и управления этим газовыделением.

Цель исследований. Установление зональности выделения шахтных газов на земную поверхность горных отводов закрытых угольных шахт им. Артёма и «Ломоватская» ГУП ЛНР «Углереструктуризация» для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения.

Задачи исследований. Для достижения цели решались следующие задачи:

- установление закономерностей распределения шахтных газов в недрах месторождения, затронутых горными работами;
- исследование компонентного состава почвенного воздуха в местах возможного выхода шахтных газов на земную поверхность;
- проведение классификации земной поверхности по степени опасности выделения шахтного газа.

Изложение материала и его результаты. Исследования выполнялись в рамках хозяйственной научно-исследовательской работы по заказу ГУП ЛНР «Углереструктуризация» в 2018 г.

Места возможного выделения шахтных газов на земную поверхность (угрожаемые зоны) определялись путём анализа горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных пластов шахтами в соответствии с нормативным документом [4]. На этих участках производились измерения содержания метана и углекислого газа в почвенном воздухе по нормативной методике. Отбирались пробы газа специальным воздухоотборным устройством с глубины 0,8 м, измерялось содержание газов: метана — шахтным интерферометром, а углекислого газа — индикаторными трубками химического газоопределителя ГХ-1.

Участки поверхности, где содержание метана и углекислого газа в пробах почвенного воздуха свыше 2 %, относились к опасным. Для надёжного установления контуров опасных участков поверхности отбор и анализ компонентного состава воздуха производился по сетке 5×5 метров.

Поле шахты им. Артёма приурочено к центральной части Селезнёвской синклинали (котловины) и охватывает её северное крутое крыло, придонную часть и пологое южное крыло складки. На западе поле граничит с шахтой «Никанор-Новая», на востоке — с выработками шахты «Романовская» (бывшая «Украина»). Селезнёвская синклиналь представляет собой складку ассиметричного строения, вытянутую в широтном направлении. Углы падения слоёв пород на северном крыле синклинали составляют 55–68°, на южном — 10–25°, простираение пород на её крыльях прямолинейное, преимущественно широтное. Складки, подобные строению Селезнёвской синклинали, характерны для северной мелкокладчатой части Донбасса, и их образование связано с продольным сжатием.

На поле шахты им. Артёма эксплуатировались пласты Алмазной ($l_1^1, l_2^1, l_4, l_5, l_6, l_7$) и Каменской ($k_5, k_5^1, k_6, k_7^1, k_8$) свит. Марочный состав углей изменяется со стратиграфической глубиной от отощённо-спекающихся (пласты Алмазной свиты) до

тощих углей (пласты Каменской свиты). Степень метаморфизма угольных пластов увеличивается от восточного крыла шахты к западному; выход летучих веществ изменяется от 18 до 10 %.

Разрывная тектоника на поле шахты представлена двумя типами дизъюнктивов. На пологом южном крыле получили развитие продольные крупно- и среднеамплитудные надвиги с пологими углами падения (15–50°) плоскостей смещения (Селезнёвский надвиг, его апофизы и спутники, Продольный надвиг, надвиг «С–D», сброс «Л–Т»). Северное крутое крыло синклинали и донная часть в западном крыле шахты разорваны серией крутопадающих (70–90°) поперечных разрывов (сбросы Северные I и II), надвигами (Западные I и II, «И–Л»).

Верхняя граница поверхности метановой зоны в пределах шахтного поля располагается неравномерно по глубине. Зона естественной деметанизации распространяется на глубину 300 м на южном крыле. В зоне Продольного надвига верхняя граница метановых газов залегает на глубине около 400 м. В западной части крутого северного крыла угленосные отложения деметанированы до глубины 400–480 м.

Природная метаноносность угольных пластов Алмазной свиты увеличивается со стратиграфической глубиной от 5–7 м³/т с.б.м. (пласт l_7) до 10–15 м³/т с.б.м. (пласт l_1^1). Природная метаноносность угольных пластов Каменской свиты возрастает с глубиной залегания в направлении к донной части синклинали и достигает максимального значения для пласта k_5 25 м³/т с.б.м. на глубине 600 м.

Разработка угольных пластов шахтой им. Артёма велась поэтапно. На первом этапе обрабатывались пласты на крутом северном крыле с 1914 г. по 70-е годы прошлого столетия. В 70–80 гг. очистные работы интенсивно велись на пластах l_7, l_6, l_4, l_2^1 в южном крыле синклинали (Артёмовский блок) и в меньших масштабах в Комсомольском блоке, расположенном в крайней юго-западной части шахтного по-

ля. Последние 10–15 лет разрабатывались пласты k_7^I , k_6 , k_5 в пределах Комсомольского блока шахты.

Затопление шахты началось в 2014 г. с горизонта 612 м. На декабрь 2018 г. уровень воды в скиповом стволе (абсолютная отметка устья ствола +292 м) центральной промплощадки находился на глубине около 360 м от поверхности (абсолютная отметка минус 68 м).

Поле шахты «Ломоватская» расположено в Алмазно-Марьевском геолого-промышленном районе. В геологическом строении месторождения принимают участие отложения свит C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 среднего отдела карбона, частично перекрытые осадками четвертичного возраста, которые представлены суглинками, глинами, почвенно-растительным слоем общей мощностью до 30 м.

Промышленная угленосность поля шахты представлена отложениями свит C_2^7 и C_2^6 . Кондиционные запасы имеют угольные пласты m_6^I , m_5 , m_3 , m_2 , l_7^H , l_6^B , l_5 , l_4^B , l_3 , промышленное значение — m_3 , l_6^B , l_5 , l_4^B , l_3 .

В тектоническом отношении поле шахты приурочено к полосе мелкой складчатости северной окраины Донбасса, составляющей северо-восточный борт Бахмутской котловины. Для полосы мелкой складчатости характерно чередование синклинальных и антиклинальных складок субширотного простирания, осложнённых разрывными нарушениями преимущественно надвигового типа с амплитудами от первых метров до сотен метров.

Пликативные структуры в пределах шахтного поля представлены Краснопольевской антиклиналью, Анненской антиклиналью, Ломоватско-Анненской синклиналию, Сабовской антиклиналью. Ломоватско-Анненская синклиналь является центральной складчатой структурой площади. Южное крыло этой складки, являющееся одновременно северным крылом Сабовской антиклинали, пологое. Северное крыло — крутое (55°). Ширина

складки до 2,5 км, длина около 14 км. Ось её полого, под углами $8-10^\circ$, погружается на запад. Южное пологое крыло осложнено дополнительной складчатостью, которая установлена горными работами.

Пликативные структуры на поле шахты осложнены разрывными нарушениями, простирание которых в основном совпадает с простиранием складчатых структур. Наиболее крупные дизъюнктивы поля шахты — Краснопольский I, Никаноровский и Выдирный надвиги, являющиеся естественными границами шахтного поля на севере и юге. Надвиги сопровождаются зонами нарушенных пород шириной 70–80 м.

Кроме этих крупных надвигов, на поле шахты имеется целый ряд нарушений с амплитудами 5–40 м, осложняющих пликативные структуры и оперяющих крупные надвиги. Зона нарушенных пород у этих разрывов колеблется от метров до десятков метров.

Сложное тектоническое строение поля шахты «Ломоватская» обусловило неравномерный и изменчивый характер распределения природных газов в недрах месторождения. По пласту m_3 граница метановой зоны проходит на глубинах 250–500 м (абсолютная отметка плюс 20 минус 180 м). Газоносность в метановой зоне составляет 5–15 м³/т с.б.м. По пласту l_6^B граница газового выветривания находится на глубинах 270–310 м (абсолютная отметка плюс 40 м плюс-минус 0 м). Природная газоносность в метановой зоне изменяется от 5 до 30 м³/т с.б.м., составляя в основном 20–25 м³/т с.б.м. Наиболее высокая газоносность отмечена в западной части шахтного поля. Угольные пласты l_5 , l_4^B , l_3 находятся полностью в метановой зоне. Природная газоносность их изменяется от 5–13 до 30–32 м³/т с.б.м., достигая наибольших значений в западной части поля.

По данным шахты, в период эксплуатации случаев выхода метана на поверхность в пределах горного отвода не наблюдалось. Однако, в связи с остановкой шахты и затоплением горных выработок, возмо-

жен выход шахтных газов на земную поверхность.

Выход шахтного газа на поверхность в объёмах, создающих опасные концентрации, возможен при следующих обязательных условиях: наличие техногенного коллектора в подработанном горном массиве, где газ находится под давлением; наличие путей миграции газа из коллектора к земной поверхности.

Поле шахты им. Артёма по метаноносности пластов, метанообильности выработок, масштабам и формам метанопроявлений резко различается. Так, северное крыло складки с крутым падением отличается изменяющейся метанообильностью выемочных участков, зависящей от последовательности выемки сближенных пластов и их природной метаноносности, определяемой геологическими условиями. Метанообильность выемочных участков до глубины 350–370 м не превышала 0,14–0,2 м³/мин, что характерно для верхней части зоны метановых газов. На нижнем горизонте 492–612 м метанообильность горных выработок западного крыла шахты составляла 0,9–1,0 м³/мин. В пределах восточного крыла метанообильность горных выработок равнялась 1,8–2,2 м³/мин при нагрузке на лаву 170–200 т/сут.

В центральной части пологого южного крыла отработка стратиграфически верхнего пласта l_7 сопровождалась весьма низкими значениями метанообильности горных выработок (до 1,0 м³/мин), что характерно для верхней части зоны метановых газов. При отработке пластов l_6 , l_4 , l_2^1 метанообильность выработок закономерно увеличивалась с глубиной и составила по пласту l_2^1 2,6–3,0 м³/мин на глубине 600–640 м. Для снижения метанообильности горных выработок выемочных участков на пластах l_4 и l_2^1 применялась скважинная дегазация пластов-спутников в подработанном массиве кровли.

Результаты исследования газового баланса шахты за период отработки указанного участка (1975–1985 гг.) показали, что метанообильность в целом по шахте изме-

нялась от 29 до 45 м³/мин. Основная масса метана до 50–60 %, как правило, поступала из остановленных выемочных участков, что свидетельствовало о длительной дегазации метанонасыщенного массива, затронутого влиянием очистных работ.

Основным источником поступления углекислого газа в горные выработки шахты (60–75 %) являлось выработанное пространство отработанных выемочных участков, главным образом за счёт окислительных процессов. Масштабы образования и выделения углекислого газа с дебитом от 13,5 до 17,8 м³/мин находились в прямой зависимости от расхода воздуха, подаваемого в шахту для проветривания.

Дебит метана в общей исходящей струе Комсомольского блока, по данным расчётов категоричности шахты им. Артёма, за последние 6 лет стабильной работы (2007–2012 гг.), составлял 2,7–4,2 м³/мин. При этом метанообильность горных выработок выемочных участков, отрабатывающих пласты k_5 и k_6 , составляла суммарно 0,97–1,3 м³/мин. Такая структура газового баланса выработок свидетельствует о преобладании метановыделения из выработанного пространства отработанных выемочных полей.

Анализ метанообильности выемочных участков за последние 50 лет работы шахты показал, что длительная эксплуатация угольных пластов и неоднократная надработка сближенных пластов в процессе разработки привели к равномерной и глубокой дегметанизации подработанной углевмещающей толщи пород. В результате на поле шахты в пределах Артёмовского блока сформировалась метановая депрессия до глубины 600–650 м. В трещинах подработанного массива и в погашенных выработках возможно скопление шахтного газа со следующим соотношением газовых компонентов: углекислый газ — 20–30 %; метан — 1–2 %; азот — до 70–80 %. Такой состав газа характерен для азотно-углекислой газовой зоны или зоны обескислороженного «мёртвого» воздуха.

В пределах Комсомольского блока шахты в подработанном массиве возможны скопления шахтного газа: метан — 50–60 %; углекислый газ — 10–20 %; азот — до 30 %. Такой состав газа характерен для углекисло-метановой зоны. В условиях шахты им. Артёма возможными путями выхода шахтного газа на поверхность являются: участки песчаника K_9SL_1 в местах пересечения его разрывными нарушениями I и II Западными надвигами; участки затухания Продольного надвига; участки затухания Селезнёвского надвига; вскрывающие выработки: главный и вспомогательный стволы промышленной площадки Артёмовского блока; наклонные главный и вспомогательный стволы пласта l_1^1 , вертикальный вспомогательный ствол диаметром 8,0 м, восточная вентиляционная скважина диаметром в свету 2,6 м, расположенные в Комсомольском блоке.

Периодические плановые замеры состава воздуха в устье всех вскрывающих частично затопленных выработок показали, что метан и углекислый газ обнаруживались в следовых количествах. В почвенном воздухе над выходами указанных угрожаемых участков содержание углекислого газа не превышало 0,1 %, что соответствует фоновому уровню, а метан переносными газоопределителями не обнаруживался.

Шахтой «Ломоватская» эксплуатировались практически два угольных пласта — m_3 и l_6^6 . Пласт m_3 на действующих горизонтах залегает в зоне естественной деме-танзации. В горных выработках пласта m_3 на всех отработанных участках проявлений метана не обнаруживалось. Газообильность горных выработок определялась только выделением углекислого газа и составляла до 9 м³/т добытого угля. Основной объём углекислого газа (до 70 %) выделялся из выработанного пространства главным образом за счёт окислительных процессов угля и древесины. При разработке пласта l_6^6 в центральной и восточной частях шахтного поля в пределах глубины 200–300 м проявлений метана не отмеча-

лось. После перехода очистных работ в западную часть шахтного поля через зону, нарушенную средне- и малоамплитудными разрывами, в горных выработках начали происходить выделения метана на горизонте 320–400 м. На этом участке, между надвигами «h-l», Никаноровским и его апофизами и западной технической границей шахты, разработка пласта l_6^6 велась на глубине 400–450 м в зоне метановых газов с природной метаноносностью угля, равной 15–30 м³/т с.б.м. В зависимости от нагрузки на лаву, природной метаноносности пласта и других факторов отработки угольных пластов абсолютная метанообильность колебалась от 2,5 до 7,0 м³/мин. При перемещении фронта очистных работ в западном направлении увеличение площади выработанного пространства способствовало повышению метановыделения из него.

Анализ основных горно-геологических и горнотехнических факторов, влияющих на распределение шахтных газов в недрах месторождения, затронутых горными работами, показал, что в границах горного отвода шахты «Ломоватская» имеет место чётко выраженная площадная газовая зональность основных компонентов шахтного газа.

Зона метановых газов. Участок западного крыла шахты, расположенный в границах: на юге — Никаноровский надвиг и его апофизы; на востоке — надвиг «h-l»; на западе — техническая граница; на севере — изогипса — 100 м. В подработанном массиве этого участка за счёт повышенной трещиноватости пород сформировался техногенный газовый коллектор, в котором шахтный газ в основном представлен метаном (75–80 %) с примесью CO₂ (15–20 %). При наличии путей миграции возможно выделение смеси метана и углекислого газа.

Зона углекисло-азотных газов. Площадь поверхности горного отвода, приуроченная к восточному крылу шахты, включает в себя отработанные участки угольных пластов: пласты Алмазной свиты шахты № 47; восточный блок по пласту m_3 на своде Анненской антиклинали; северный блок по

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

пласту m_3 на участке Ломоватский верхний; центральная часть восточного крыла шахты по пластам m_3, l_6 . В подработанном массиве рассматриваемой площади горного отвода сформировался техногенный газовый коллектор, содержащий углекислый газ, образованный в результате окислительных процессов и природного происхождения. Содержание последнего в угольных пластах верхней части зоны дегметанизации составляет 2–3 м³/т с.б.м. При наличии путей миграции возможны выделения на земную поверхность углекислого газа и азота.

Смесь этих газов представляет опасность с точки зрения возможности удушья людей в подвалах, помещениях, канализационных колодцах, траншеях и местах пониженного рельефа местности.

По состоянию на 2018 г. все вскрывающиеся выработки шахты «Ломоватская» не ликвидированы и находятся в стадии затопления, поэтому являются путями выхода шахтных газов на земную поверхность. Выделение метана и углекислого газа обнаружено в устье вскрывающихся выработок (табл.).

Таблица

Содержание компонентов шахтного газа в атмосфере вскрывающихся выработок

Место замера состава шахтного газа	Содержание компонентов шахтного газа в атмосфере выработок, %	
	метан	углекислый газ
В районе промплощадки шахты		
водоотливная скважина № 909 г. 400 м	0,1	0,2
вентиляционная скважина № 833	0,1	0,1–0,3
вентиляционная скважина № 836	0,2	0,1–0,2
водоотливная скважина № 671	1,0	1,0
электрокабельная скважина № 675	1,8–5,0	0,2–1,2
главный (скиповый) ствол	0–0,2	0,1–0,6
В районе посёлка Южная Ломоватка		
западный вентиляционный ствол пл. l_6	0,1–1,6	0,1–1,0
вентиляционная скважина № 819	0,0	0,2
западный клетевой ствол	0,1–0,6	0–0,2

Результаты анализа определения состава почвенного воздуха в пределах угрожаемых зон (осушенные трещиноватые породы, зоны разрывов, старые заброшенные выработки и некачественно затампонируемые скважины) показали отсутствие метана в почвенном воздухе, а содержание углекислого газа не превышало 0,25 %.

Выводы и направление дальнейших исследований. Учёт особенностей установленного зонального распределения газов в недрах месторождения, нарушенного горными работами, даёт возможность на-

дёжно классифицировать земную поверхность по степени опасности выделения шахтного газа определённого состава. Это позволяет значительно снизить объёмы опробования почвенного воздуха, своевременно выявлять опасные участки и оперативно применять меры по предотвращению неорганизованного выхода шахтного газа на поверхность.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку методики прогноза размеров зон, опасных по выделению шахтных газов на поверхность земли.

Библиографический список

1. Попов, В. Н. Меры по смягчению социальных последствий реструктуризации угольной промышленности в угледобывающих странах с переходной экономикой [Текст] / В. Н. Попов. — Уголь, 2002. — № 1. — С. 8–10.
2. Беррел, Р. Утилизация метана закрытых шахт : опыт Сибири и Великобритании [Текст] / Робин Беррел, Стивен Кершо // Сокращение эмиссии метана : доклады II международной конференции. — Новосибирск : СО РАН, 2005. — С. 518–525.
3. Ермаков, В. Н. О предотвращении выделения газов из ликвидируемых шахт Стахановского района [Текст] / В. Н. Ермаков, С. Я. Петренко, О. И. Касимов. — Уголь Украины, 1999. — № 5. — С. 15–17.
4. КД 12.01.03.07–2001. Защита зданий от проникновения метана [Текст] : инструкция. — Макеевка-Донбасс, 2002. — 126 с.
5. Тимошенко, А. М. Исследования условий формирования газовой опасности на горных отводах ликвидированных шахт Кузбасса [Текст] / А. М. Тимошенко, А. И. Кравченко, В. И. Беляев // Безопасность угольных предприятий : сборник научных трудов. — Кемерово : ВостНИИ, 2000. — С. 18–25.
6. Красавин, А. П. Экологический мониторинг при ликвидации шахт и разрезов [Текст] / А. П. Красавин, А. А. Харионовский, В. Н. Васёва. — Пермь : МНИИ-ЭКОТЭК, 2010. — 315 с.
7. Экологические последствия массового закрытия шахт в Луганской области [Электронный ресурс] // Проблемы химической безопасности. Химия и жизнь : краткий отчёт. — Режим доступа: www.seu.ru/members/ucs/ucs-info/860.htm (20.10.2017).

© Денисенко В. П.© Безбородов В. А.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. РМПИ ДонГТУ Леоновым А. А.,
д.т.н., с.н.с. МакНИИ Кудиновым Ю. В.*

Статья поступила в редакцию 19.11.19.

к.т.н. Денисенко В. П. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР), **к.т.н. Безбородов В. О.** (МакНДІ, м. Макеевка, ДНР)

ЗОНАЛЬНІСТЬ ВИДІЛЕННЯ ШАХТНИХ ГАЗІВ НА ПОВЕРХНЮ ГІРНИЧИХ ВІДВОДІВ ЗАКРИТИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Наведено результати вивчення ступеню небезпеки виділення шахтних газів для земної поверхні гірничих відводів закритих шахт. Встановлено зональний розподіл компонентного складу шахтних газів по площі гірничих відводів в залежності від геологічних та гірничотехнічних умов розробки вугільних пластів.

Ключові слова: вугільна шахта, реструктуризація, шахтні гази, зональний розподіл.

PhD in Engineering Denisenko V. P. (DonSTU, Alchevsk, LPR), **PhD in Engineering Bezborodov V. A.** (Makeyevka Research Institute for Mining Safety, Makeyevka, DPR)
ZONING OF COLLIERY GAS RELEASE TO THE SURFACE OF MINE TAKES OF THE CLOSED COAL MINES

There have been given the results of studying the hazard degree of the earth's crust of mine takes of the closed mines on colliery gas release. The zonal distribution of the component composition of colliery gas along the mine takes has been determined depending on geological and mining conditions of coal layers development.

Key words: coal mine, restructuring, colliery gas, zonal distribution.