

ются: техническое состояние конвейера, его производительность, количество осажженной пыли в подконвейерном пространстве, скорость вентиляционной струи, свойства отбиваемой от массива и транспортируемой горной массы, свойства пыли, а также аэродинамические параметры пылевого и вентиляционного потоков.

Скорость вентиляционной струи является строго регламентируемым параметром, свойства горной массы и пыли обусловлены природными факторами и существующей технологией добычи угля, аэродинамические параметры воздушных и пылевых потоков обусловлены применяемой крепью горных выработок и оборудованием которое находится в них [6]. Поэтому для улучшения санитарно-гигиенических условий труда и повышения уровня безопасности ведения основных технологических работ по добыче и транспортировке угля необходимо разрабатывать мероприятия, способы и технические средства для снижения уровня накопления угольной пыли в конвейерной выработке, особенно в таких труднодоступных местах с высокой потенциальной опасностью во время аварийной ситуации, каким является подконвейерное пространство.

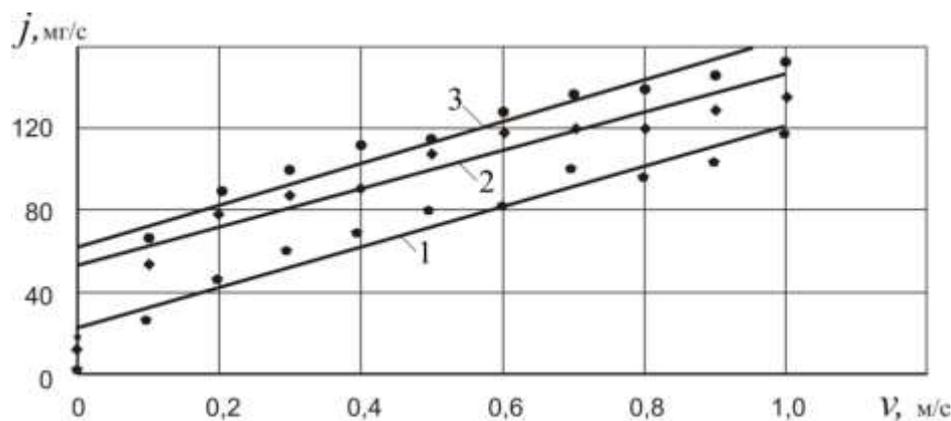


Рисунок 3 - График зависимости интенсивности пылеобразования от скорости вентиляционной струи, для разной производительности конвейера при его работе: 1, 2 и 3 – соответственно, при производительности конвейера 500, 700 и 1000 т/сут.

Выводы. Основные результаты выполненных исследований сводятся к следующему:

- увеличение скорости воздушного потока в конвейерной выработке до определенного предела способствует снижению запыленности воздуха за счет разжижения пылевого облака, а далее к ее росту за счет более интенсивного выдувания пыли, просыпавшейся из-под холостой и рабочей лент конвейера;

- на интенсивность пылеобразования и фоновую концентрацию в конвейерной выработке оказывает существенное влияние производительность конвейера и параметры проветривания. Результаты исследований свидетельствуют об увеличении интенсивности пылевыделений от работающего конвейера при увеличении скорости вентиляционного потока и производительности конвейера. Полученные экспериментальные точки образуют линии с наклоном к оси абсцисс,

что подтверждает справедливость утверждений и исследования выполненные ранее;

- сравнение экспериментальных зависимостей с теоретическими свидетельствует об их адекватности. Однако экспериментальные кривые более вогнуты, что объясняется неучтенными факторами, а при значительном удалении ($L > 100$ м) от места с максимальной концентрацией пыли в конвейерном штреке они практически параллельны оси x . Это свидетельствует о том, что концентрация пыли в выработках, несмотря на наличие в них распределенного по длине источника пылеобразования, стабилизируется на определенном уровне и практически не зависит от длины выработки. Это явление объясняется оседанием части пыли образованной рассредоточенным по длине выработки источником пылеобразования;

- полученные зависимости позволяют более точно описать изменение концентрации по длине выработки при одновременном воздействии точечного и распределенного источников пылеобразования в горной выработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Best Practices for Dust Control in Coal Mining/Jay F. Colinet, James P. Rider, Jeffrey M. Listak, John A. Organiscak, and Anita L. Wolfe//Information Circular 9517.-2010.-№110.-pp. 18-20.
2. Влияние ПАВ на дисперсность кварцевой пыли при взрывном разрушении углеперодного массива / В.И. Голинько, Д.В.Савельев, Я.Я.Лебедев [и др.] // Розробка родовищ - 2014:Щорічний науково-технічний збірник Д.: ТОВ «Лізунов Прес». - С.431-435.
3. Голинько, В.И. Контроль пылеотложения в горной выработке по содержанию пыли в воздухе с учетом закономерности ее оседания / В.И. Голинько, В.Е. Колесник// Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2002. – Вып. № 1. – С. 194 - 198.
4. Ткаченко, С.Н. Пылеотложение в угольной шахте /С.Н.Ткаченко// Науковий вісник НГАУ. – Днепропетровск, 2001, №1. – С. 98 -100.
5. Новикова, Е.А. Динамика рудничных аэрозолей, образовавшихся при добыче и транспортировке полезных ископаемых /Е.А. Новикова// Збірник наукових праць НГУ. – 2010. – № 35, том 1. – С. 167-177.
6. Колесник, В.Е. Моделирование процесса распространения пыли по длине горной выработки при постоянно действующем источнике /В.Е.Колесник // Науковий вісник НГА України. – 2001. – № 2. – С 49–52.

REFERENCES

1. Colinet, J.F., Rider, J.P., Listak, J.M., Organiscak, J.A., and Wolfe, A.L. (2010), “Best Practices for Dust Control in Coal Mining”, *Information Circular 9517.-2010.no.110*,pp. 18-20.
2. Holinko, V.I., Savelev, D.V., Lebedev, Ya.Ya., Ishenko, K.S. and Kratkovskiy, I.L. (2014), “Effect of surfactants on the dispersion of silica dust during the explosive destruction of coal rock mass”, *Mining, the annual scientific - technical collection*, pp.431-435.
3. Holinko, V.I., Kolesnik, V.E. (2002), “Control dust deposits in mines on the content of dust in the air, taking into account the laws of its subsidence”, *Gornyy informatsionno-analiticheskiy bulletin*, no.1, pp. 194 - 198.
4. Tkachenko, S.N. (2001), “Deposition of dust in the coal mine”, *Naukoviy visnik NMAU*, no.1, pp. 98-100.
5. Novikova, E.A. (2010), “Dynamics of mine aerosols produced during production and transportation of minerals”, *Zbirnik naukovykh prats Natsionalnogo girnychogo universytetu* , no. 35, pp. 167-177.
6. Kolesnik, V.E. (2001), “Modeling the propagation of dust along the length of excavation at the permanent source”, *Naukoviy visnik Natsionalnoy girnychoy akademii Ukrainy*, no.2, pp. 49-52.

Об авторе

Новикова Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры управления на транспорте, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепропетровск, Украина, novikova@mail.ru.

About the author

Novikova Yelena Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Associate Professor of Department of Transport Management, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepropetrovsk, Ukraine, novikova@mail.ru.

Анотація. Інтенсивність пилоутворення від конвеєра визначається багатьма факторами, основними з яких є його технічний стан, режим провітрювання і продуктивність при транспортуванні гірської маси. Сталість концентраційного фону підтримується за рахунок складного механізму здіймання і осідання пилу, який в силу його слабкої вивченості призводить до якісної розбіжності теоретичних результатів з експериментальними даними. У статті розглянута зміна фонові концентрації пилу у виробці при впливі на неї продуктивності конвеєра і режиму провітрювання. Отримані дані експериментів свідчать про збільшення інтенсивності пилівідкладень від працюючого конвеєра при збільшенні швидкості вентиляційного потоку і продуктивності конвеєра. Отримані залежності дозволяють більш точно описати зміну концентрації пилу по довжині виробки при одночасному впливі точкового і розподіленого джерел пилоутворення в гірничій виробці.

Ключові слова: пилівідкладення, фонові концентрація, конвеєрні виробки, продуктивність конвеєра, вентиляційний потік.

Abstract. Intensity of formation of dust from the conveyor is determined by many factors, the key of them are the conveyor technical state, mode of ventilation operation and rock transportation performance. Background concentration is constant due to a complex mechanism of the dust lifting and settling, which is poorly studied and, therefore, leads to a qualitative discrepancy between theoretical results and experimental data. The article is focused on the dust background concentration changing in the roadways depending on conveyor productivity and mode ventilation operation. The experimental data show more intensive emissions of dust from the operating conveyor when ventilation flow rate and conveyor productivity increase. The obtained dependences more accurately describe dust concentration changes along the whole length of the roadway under the simultaneous impact of the point and distributed sources of the dust formation in the mines.

Keywords: dust deposits, background concentration, belt roadways, conveyor productivity, ventilation flow.

Статья поступила в редакцию 12.09.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.Г. Шевченко

УДК 622.012.2:504.05

Гуца В.О., студентка,
Шайхлисламова И. А., канд. техн. наук, доцент,
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАКРЫТИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НА ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Гуца В.О., студентка,
Шайхлісламова І. А., канд. техн. наук, доцент
(Державний ВНЗ «НГУ»)

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЗАКРИТТЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА СХОДІ УКРАЇНИ

Guscha V.O., student,
Shayhlislamova I. A., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(State H E I «NMU»)

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF COAL MINES CLOSING IN EASTERN UKRAINE

Аннотация. В статье раскрыта проблематика ликвидации угледобывающих предприятий на востоке Украины. *Цель работы:* интегрированное изучение экологических последствий массовой ликвидации угледобывающих предприятий. *Задачей* исследований является проанализировать и систематизировать последствия влияния закрытия шахт на окружающую среду.

В работе выполнялись теоретические исследования основных проблем последствий ликвидации угледобывающих предприятий, системный анализ последствий ликвидации угольных шахт, приведен метод обследования горных отвалов закрытых угледобывающих предприятий. На основе теоретического анализа выделено три проблемы, требующие решения при ликвидации горных предприятий: физическая ликвидация шахт, социальная защита увольняемых работников, обеспечение экологической безопасности. Представлены примеры негативных последствий закрытия шахт. Проведен территориальный анализ выделения газа метана, подтопления и деформации земной поверхности восточной Украины. Кратко изложены методы мониторинга проблемных зон земной поверхности.

Установлены основные экологические последствия закрытия шахт на состояние объектов окружающей среды. Выполненные исследования помогут формировать теоретическую, практическую и информационную базу уровня экологической безопасности при ликвидации угольных шахт и могут являться основой для разработки и внедрения высокоэффективных методов во время закрытия нерентабельных шахт.

Ключевые слова: закрытие шахт, ликвидация, экологические последствия, угледобыча.

Введение. Угледобычное производство является одним из важнейших составляющих промышленного потенциала Украины. Большинство горнопромышленных комплексов сконцентрировано на востоке страны, а это 88,6% от всего количества украинских шахт, что несет за собой серьезные антропогенные и экологические нагрузки на данную территорию.

Основными проблемами являются нарушение целостности земной поверхности и деградация ландшафтов, загрязнение атмосферы и водной среды, обеднение растительного и животного мира, угроза здоровью людей. Эти процессы присущи всем стадиям горных работ, но более весомыми и неконтролируемыми они становятся после закрытия шахт [1].

Из-за сложившейся политической, социально-экономической ситуации в стране, а так же из-за сложных горно-геологических условий происходит массовое закрытие шахт на востоке Украины. В связи с этим главной целью работы является интегрированное изучение экологических последствий массовой ликвидации угледобычных производств [2].

Методология. Закрытие шахт приводит к техногенным и экологическим проблемам, которые усиливаются со временем. Стоит отметить, что на данный момент отсутствуют четкие механизмы закрытия шахт, которые бы учли все экологические последствия от момента прекращения работы технологического оборудования до разработки стратегии устойчивого функционирования угледобычных регионов.

В большинстве случаев экологические проблемы, которые возникают на разных этапах ликвидации нерентабельных шахт, значительно влияют на дальнейшее развитие и направление использования прилегающих территорий [3,4].

При закрытии шахт решают три комплексные проблемы: физическая ликвидация (шахты), социальная защита увольняемых работников, защита и восстановление окружающей среды, и обеспечение экологической безопасности. Первые две проблемы – кратковременные, третья наиболее продолжительная во времени.

Восстановление окружающей среды является важным компонентом проектов закрытия угледобычных производств, и являются наиболее затратными от общей стоимости ликвидации шахты. В условиях ограниченного финансирования приоритетной задачей является предотвращение загрязнения грунтовых вод, а такие проблемы как рекультивация земель зачастую отходят на второй план [2].

Теоретическая часть. С одной стороны, закрытие угледобычных нерентабельных шахт изменяет характер техногенной нагрузки на окружающую среду. В угледобычных регионах останавливается отчуждение земли под отвалы, минимизируются выбросы угольной пыли и метана, снижается загрязнение атмосферы от отвалов и накоплений, водных ресурсов от водоотливных систем, снижается антропогенная нагрузка. Но, с другой стороны, на шахтах, что ликвидированы, продолжаются горно-механические процессы, связанные с разработкой горного массива, причем их характер изменяется в связи с полным или частичным затоплением шахты. Ежегодно объемы сточных вод в Донецкой области составляют около 2 млрд. куб. м, причём на угольную промышленность приходится более 50% всех стоков. Шахтные воды отличаются высоким содержанием взвешенных веществ повышенной минерализацией, из-за чего в водоёмы и реки ежегодно сбрасывается более 3 млн. т минеральных солей и веществ. Это привело к повышению в ряде случаев минерализации поверхност-

ных водных источников в Донецкой области до 2 – 2,9 г/л, увеличению содержания в водоёмах тяжелых металлов и заиливанию водных объектов. Особенно острой проблема загрязнения водных источников угольными предприятиями становится в связи с закрытием нерентабельных шахт. При закрытии шахт их водопритоки перераспределяются чаще всего на работающие шахты [5].

Затопление территорий возникает впоследствии остановки откачивания подземных вод из шахт, которые закрываются. Происходит существенное изменение гидрогеологических условий и режима подземных и поверхностных вод. После происходит эрозия почвы на целых 70%, и помимо этого из 247 малых рек Донецкой области – 230 деградированы, а это грозит экологической катастрофой [1]. Шахтные воды, если их не откачивать, через полгода поднимутся на поверхность и подтопят сотни тысяч гектаров сельхозугодий. Кроме того, в случае соединения шахтных вод будут затоплены действующие горнодобычные комплексы. Шахтные воды имеют очень большую степень минерализации, и если они подтопят сельхозугодия, то в ближайшее десятилетие почва не будет плодоносить. Город Донецк окажется на плавающей подошве.

Вследствие работы угольных предприятий в окружающую среду попало более 20 высокотоксичных элементов, таких как цинк, ртуть и т.д. На угольных предприятиях опасность для горняков несут естественные радионуклиды (ЕРН), содержащиеся в воздухе шахтного пространства. Аэрозоли продуктов распада урана, тория и некоторых других радионуклидов попадают в воздух в результате диффузии угольных пластов и вмещающих пород. Население, проживающее в районе расположения шахт, также подвергается воздействию ЕРН даже после закрытия горного предприятия [6].

На полях шахт и разрезов или вне границ размещения радиоактивные газы могут быть найдены в приповерхностных бытовых или технологических выработках, подвалах домов, в слабопрветриваемых комнатах, в том числе в жилых помещениях [7].

Затопление шахт сопровождается выделением метана с обрабатываемого пространства с неконтролируемым его выделением на земную поверхность. В структуре вредных выбросов составляет 27%. Метан вытесняет кислород, создавая так званый «мертвый воздух». Он так же имеет свойство накапливаться в подвальных помещениях и несет большую угрозу жителям угледобывчных регионов.

Основные экологические последствия влияния процессов закрытия горных предприятий на окружающую среду приведены в табл.1.

Экспериментальная часть. После закрытия горнодобывающих предприятий проводят мониторинг последствий ликвидации угольных шахт (рис. 1)

Ликвидированные стволы шахт представляют собой искусственно созданную в результате выработки полезных ископаемых пустоту в поверхностных слоях грунта. В результате чего происходит деформация земной поверхности (рис.2).

Таблица 1 - Экологические последствия влияния процессов закрытия горных предприятий на окружающую среду

Среда влияния			
Гидросфера	Атмосфера	Земная поверхность	Подземный массив
Изменение гидрогеологического режима в последствии останковки откачивания подземных вод, засоление почв. Затопление застроенных территорий и сельскохозяйственных земель.	Пылегазовое загрязнение атмосферы отходами горнодобычного производства.	Деформация земной поверхности, образование провалов и пустот. Активизация процессов смещения, подтопления, и изменения свойств грунтов. Проникновение шахтных газов на земную поверхность в здания и сооружения.	Изменения характера деформации массива горных пород. Высокая концентрация шахтных газов, которые вытесняются на поверхность впоследствии останковки проветривания выработок.



Рисунок 1 – Мониторинг последствий ликвидации угольных шахт

Также производят обследования горных отвалов закрытых шахт георадиолокационным методом дистанционного зондирования (рис. 3) который позволяет решить задачу, связанную с актуальностью обеспечения экологической безопасности в зонах ликвидируемых шахт.

Отсутствие мониторинга окружающей среды, а также несвоевременное регулирование горно-геологических процессов после закрытия шахты приводит к необратимым последствиям. Например:

- г. Брянка, Луганская область. Активизировался процесс проседания земной поверхности, впоследствии возникли интенсивные и глубокие деформации сооружений на территории города. Происходит смешивание питьевой воды с шахтными водами подземных горизонтов;

- г. Макеевка, Донецкая область. На территории Красногвардейского рынка внезапно появилась пропасть несколько десятков метров глубиной и диаметром около 30 метров. Причина – под территорией рынка был ликвидирован ствол шахты;

- г. Стаханов, донецкая область. В городе впоследствии ликвидации 4 шахт создалась ситуация с выходом метана на поверхность и проникновением его в здания и сооружения. Зарегистрировано более 60 случаев воспламенения шахтного метана в здания и сооружения[8].



Рисунок 2 – Деформация земной поверхности



Рисунок 3 – Обследования горных отвалов закрытых шахт георадиолокационным методом дистанционного зондирования

В Донецкой и Луганской областях сложилась катастрофическая ситуация. В ближайшее время шахтные воды выйдут на поверхность и затопят плодородный слой земли, подтопят дома, дороги, вытеснят газ метан в подвалы и нижние этажи домов. Подземный слой питьевой воды будет отравлен. Затем эта вода пойдет по притокам в реку Северский Донец и отравит хранилище, которое является источником питьевой воды. Кроме того, Северский Донец частично протекает по территории России и туда тоже поступит отравленная вода. Отравленная вода, которая не откачена из шахты, по трещинам переходит в другую шахту и так далее – идет цепная реакция. Как видно по карте, из шахты “Голубовская” идет переток воды в “Первомайскую”, а оттуда еще на 4 шахты (рис. 4).

На данный момент затапливается шахта “Полтавская” в Енакиево и ее воды уже соединяются с водами шахты “Александр-Запад”, в недра которой в 1989

году из химзавода был выток 50 тонн монохлорбензола – это было сильнейшее отравление.



Рисунок 4 – Схема нанесения прогнозных зон выделения газа метана, подтопления и деформации земной поверхности

Воды из шахты “Полтавская” также перетекают на поле шахты “Юнком”, на которой в 1979 году был осуществлен подземный ядерный взрыв на глубине 903 метров. Как и шахта “Александр-Запад”, так и шахта “Юнком” были локализованы перемычками под землей. Если допустить выход шахтных вод на поверхность в районе Горловки, то они вынесут в питьевой слой воды отравляющие вещества, которые будут превышать норму радиации в 1100 раз, и все это потечет в Северский Донец и Азовское море.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований будут формировать теоретическую, практическую и информационную базу уровня экологической безопасности при ликвидации угольных шахт, которая является основой для разработки и внедрения высокоэффективных методов во время закрытия нерентабельных шахт.

Такой подход позволит предупредить возникновение нежелательных экологических проблем и создать благоприятные условия проживания населения, а также обеспечить сохранение окружающей среды.

Проведенный анализ последствий закрытия нерентабельных шахт позволил выявить большой спектр нерешенных экологических проблем. Процессы ликвидации шахт негативно влияют на состояние окружающей среды населения, которое проживает на территории горнодобывающих регионов.

Вывод. Таким образом, технологию закрытия угольной шахты нужно рассматривать комплексно, с учетом минимизации всех рисков, связанных с ликвидацией предприятия. Контроль уровня шахтных вод, разбор и рекультивация породных отвалов, мониторинг окружающей среды обеспечивает позитивный экологический эффект.

Научные разработки и приобретенный мировой опыт доказывают, что использование отходов добычи является экологически необходимым. Использование отходов угледобычи, переработка пород терриконов позволит минимизиро-