

Б. А. ГРЯДУЩИЙ, доктор техн. наук (Бюро экспертов ООН)
С. П. МИНЕЕВ, доктор техн. наук (ИГТМ НАН Украины)
И. А. ЯЩЕНКО, канд. техн. наук (Минэнергоуголь Украины)
А. И. ХОЛОД, инж. (ДП «Госуглепоставка»)
И. Б. БЕЛИКОВ, инж. (Центральный штаб ГВГСС)

Об аварии, произошедшей на шахте «Степова»

Шахта «Степова» ГП «Львовуголь» работает с 1978 г. Установленная годовая производственная мощность на 1 января 2017 г. составила 500 тыс. т. Горный отвод расположен на территории Сокальского района Львовской области. Шахтное поле вскрыто четырьмя вертикальными стволами (главным и вспомогательным в центральном блоке, воздухоподающим и вентиляционным – в северном) и горизонтальными выработками. Околоствольные двory расположены на горизонтах 550 м в центральном блоке и 557 м – в северном.

Проветривание осуществляется всасывающим способом двумя вентиляторными установками, которые размещены: ВРЦД-4,5 (центральный блок) – в зоне скипового ствола и ВЦД-3,3 (северный блок) – в зоне вентиляционного. В шахту подается 9726 м³/мин воздуха. Режим работы – в четыре смены: одна ремонтная и три добычных.

Шахта – сверхкатегорийная по метану и опасная по суфлярным выделениям, ее абсолютная метаносность 21,57 м³/мин, относительная 34 м³/т. В связи с этим для централизованного контроля аэрогазового состояния в горных выработках применяют комплекс КАГИ, информация о контроле параметров шахтной атмосферы отображается на мониторе оператора аэрогазовой защиты (АГЗ). На шахте также установлена унифицированная телекоммуникационная система контроля и управления технологическими комплексами (УТАС).

В структуре модернизированной системы УТАС предусмотрены такие подсистемы: аэрогазовый контроль; вентиляторы местного проветривания; добычные и подготовительные участки; магистральный и участковый конвейерный транспорт; подъемные установки; водоотливные установки; вентиляторы главного проветривания; поверхностный технологический комплекс; противопожарная насосная; калориферные установки; мониторинг стволов.

Кроме того, содержание метана в горных выработках контролируется переносными приборами: интерферометрами ШИ-10, ШИ-11; сигнализаторами метана «Сигнал-5», «Сигнал-7», «Сигнал-9» и сигнализаторами, совмещенными с индивидуальными светильниками.

Чтобы снизить концентрацию метана в исходящей струе выемочного участка, выработанное пространство дегазируют с помощью вакуум-насосной станции, оборудованной тремя вакуум-насосами ЖВН-50. Конец газопровода расположен в тупике погашения конвейерного штрека № 119 в виде вертикального отростка диаметром 100 мм.

С 1980 г. шахта разрабатывает угольный пласт – сложный по горно-геологическим условиям отработки, глубина залегания меняется от 433,75 до 634,10 м. В момент аварии его отработывали одной лавой № 133. Пласт простого строения, уголь марки Г. На аварийном участке пласт мощностью 1,2–1,4 м – опасный по взрывам угольной пыли. По данным актов отбора пластовых проб, отобранных в 2016 г. в лаве № 133: выход летучих веществ 36,8 %; зольность 16,5 %; влажность 2 %.

Ложная кровля представлена алевролитом темно-серого цвета мощностью 0,15–0,25 м, непосредственная – аргиллитом и алевролитом (породы склонны к внезапным вывалам на высоту до 1 м и более), основная – аргиллитами и алевролитами, причем массив неравномерный и неоднородный, сцепление между слоями среднее. По устойчивости кровля относится к среднеобрушаемой. Почва пласта – алевролит темно-серого, серого цвета с прослойками и линзами песчаника.

При отработке лавы № 133 наблюдается приток воды из пород кровли и подошвы со скоростью до 5–6 м³/ч. Схема подготовки лавы – панельная, система разработки – столбовая, управление кровлей – полное обрушение. Лава отработывается по простирацию пласта. Очистные

работы ведутся с использованием механизированного комплекса 2КД-90, выемочного комбайна РКУ-10 и скребкового конвейера СП-250.

Бортовой штрек № 118-бис и конвейерный № 119 пройдены от магистрального западного откаточного штрека с подрывкой пород кровли и подошвы комбайном КСП-32. Площадь сечения $10,3 \text{ м}^2$ свету. Штреки крепили металлической арочной крепью АКП-3/11,2 (КМП-АЗПС) с плотностью установки $1,25 \text{ рам на } 1 \text{ м}$ с полной деревянной затяжкой кровли и боков выработки. По состоянию на 2 марта 2017 г. схема проветривания выемочного участка лавы (горизонт 557 м) возвратноточная – типа 1-М-3-г-вт.

Свежий воздух подается в выемочный участок по магистральному западному откаточному штреку, бортовому штреку № 118-бис, в дальнейшем на сопряжении бортового штрека № 118-бис с рассматриваемой лавой часть свежего воздуха направляется в эту лаву, другая часть поступает по бортовому штреку № 118-бис для проветривания монтажного штрека № 134. Отработанная струя воздуха отводится из лавы по конвейерному штреку № 119 и по вентиляционному гезенку на магистральный западный конвейерный штрек, затем – по магистральному западному конвейерному штреку, конвейерному уклону и далее – на поверхность (рис. 1).

Согласно расчету, выполненному в соответствии с требованиями нормативных документов [1, 2], среднее ожидаемое метановыделение на выемочном участке при запланированной среднесуточной добыче угля 600 т составит $4,06 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Для предотвращения образования местных скоплений метана на сопряжении лавы с вентиляционной выработкой предусмотрен изолированный отвод метана из выработанного пространства за пределы выемочного участка с помощью газоотсасывающей установки с вентилятором ВМЦГ-7М. Изолированный отвод метана осуществлялся по газопроводу диамет-

ром 1000 мм с переходом на став диаметром 630 мм. Проверка устойчивости проветривания выемочного участка 22 января 2016 г. показала, что проветривание лавы № 133 относится ко второй категории устойчивости проветривания.

После сбойки монтажного штрека № 134 с ранее пройденным бортовым штреком № 118-бис для регулирования количества воздуха в лаве № 133 было установлено вентиляционное сооружение в монтажном штреке № 134 такой конструкции: два бруса обиты досками и «обтянуты» вентиляционной трубой с дверьми размерами $1 \times 1 \text{ м}$ для прохода людей.

С 31 января по 2 марта 2017 г. согласно данным датчиков автоматического контроля метана аппаратуры АКМ, системы УТАС и вентиляционного журнала шахты среднее фактическое метановыделение выемочного участка составило $7,19 \text{ м}^3/\text{мин}$, в частности, за счет: проветривания – $0,53 \text{ м}^3/\text{мин}$ (расчетное $1,75 \text{ м}^3/\text{мин}$); работы газоотсасывающей установки – $3,66 \text{ м}^3/\text{мин}$ (расчетное $5,25 \text{ м}^3/\text{мин}$); дегазации – $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ (расчетное $2,18 \text{ м}^3/\text{мин}$).

Анализируя показания датчиков содержания метана (работающих в системе УТАС), предшествующих аварийной ситуации (рис. 2 и 3), отметим, что с 6 ч 00 мин до 7 ч 37 мин (рис. 2) зафиксированы плавающие показания в пределах 1,4–1,55 % концентрации метана в трубопрово-

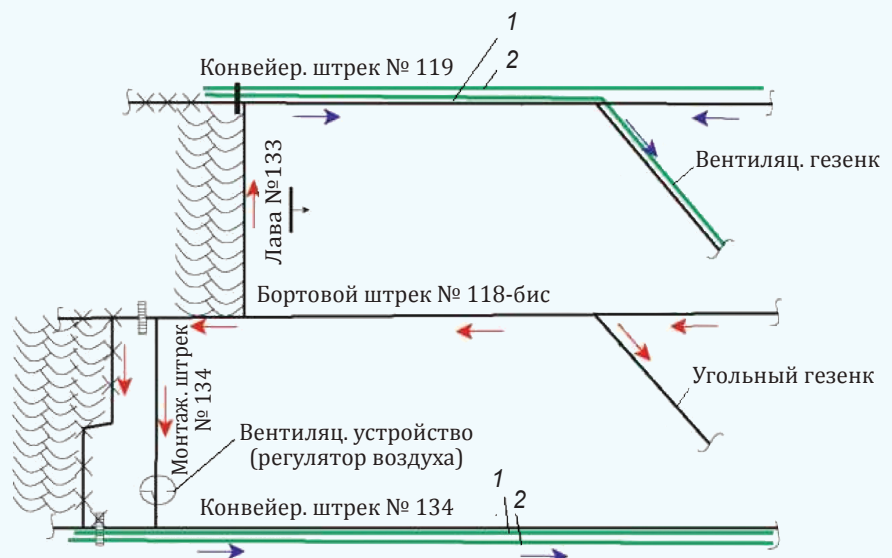


Рис. 1. Схема проветривания аварийного участка: 1 – трубопровод для дегазации $\varnothing 150 \text{ мм}$ работает; 2 – трубопровод газоотсоса $\varnothing 1 \text{ м}$ не работает.

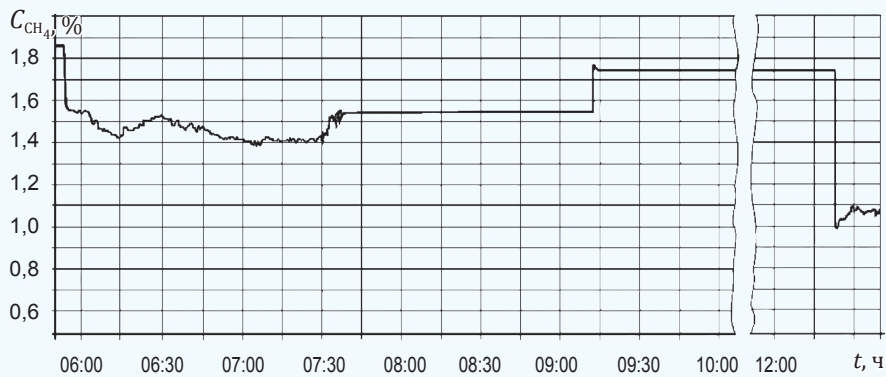


Рис. 2. Диаграмма изменения концентрации C метана у всасывающей трубы в 15 м перед вентилятором ВМЦГ-7М.

де газоотсасывающей установки перед вентиляторной установкой. С 7 ч 37 мин до 9 ч 22 мин информация от датчика как бы исчезла, поскольку пропала связь с контроллером, а с 9 ч 25 мин до 12 ч 20 мин информация на графике показана прямой линией. Это связано с особенностями системы УТАС, в которой после потери сигнала от датчика или связи с контроллером показания на графике фиксируются на последнем значении до тех пор, пока не возобновится связь или сигнал. Во время таких интервалов аэрогазовую обстановку на обследуемом участке аппаратура УТАС не контролирует.

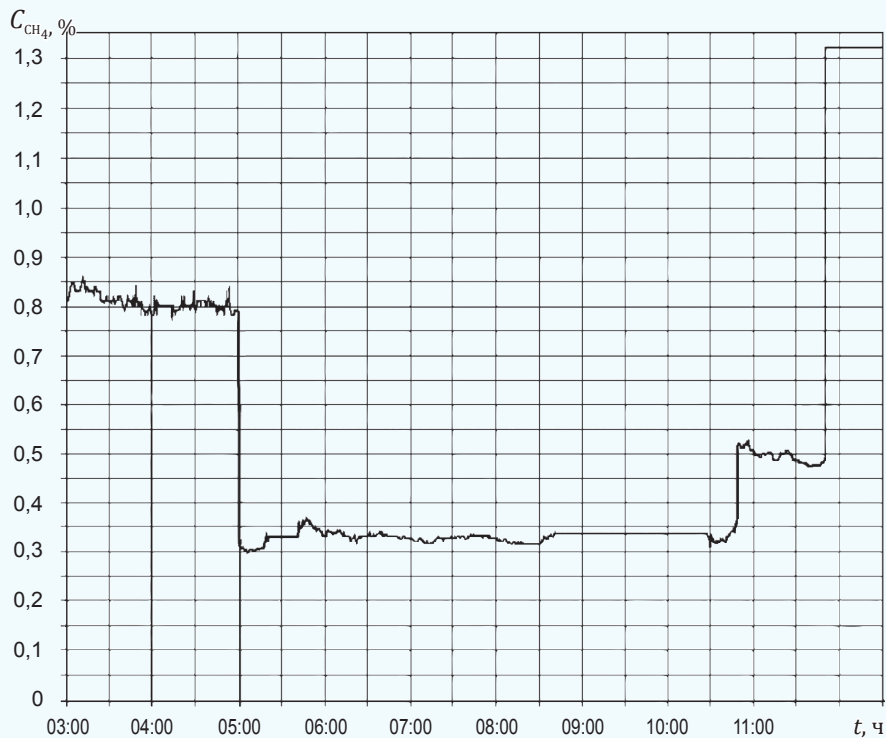


Рис. 3. Диаграмма изменения концентрации C метана в конвейерном штреке № 119 в 10–20 м от гезенка.

На рис. 3 показано, что в 5 ч 00 мин резко снизились показания метана в исходящей струе конвейерного штрека, а в 8 ч 37 мин произошла потеря связи с датчиком до 10 ч 30 мин, затем в 11 ч 50 мин датчик перестал работать. Такие ситуации, близкие к аварийным, возникают из-за проблем с электропитанием, потери связи с сервером либо, что нередко бывает в реальных условиях, вследствие несанкционированного вмешательства в работу аппаратуры для предотвращения аварийного отключения оборудования например опускания датчика на подошву выработки [3].

Немаловажная проблема для службы аэрогазового контроля шахты – сбой программного обеспечения работы компьютерного комплекса, в результате невозможно записать на жесткий диск историю показаний датчиков при несвоевременном информационно-техническом обслуживании. Поэтому необходимо совершенствовать программное обеспечение комплекса рудничного мониторинга с целью его перевода на качественно новый уровень – от контроля к прогнозу ситуаций при планируемых технологических параметрах и режимах работы забоев. В настоящее время существуют некоторые способы определения в автоматическом режиме несанкционированного вмешательства в работу аппаратуры [4].

Однако, учитывая, что гарантийный ремонт и наладка элементов модернизированной системы УТАС не проводились, это также породило некоторые сомнения в корректности показаний аппара-

туры. Кроме того, схема расстановки датчиков контроля аэрогазовой обстановки и концентрации метана в выработках, предусмотренные в Проекте аэрогазового контроля, не позволяла оценить количество воздуха в исходящей струе и не обеспечивала контроль за слоевыми скоплениями метана в вентиляционной выработке выемочного участка.

Исследования, выполненные экспертной комиссией, показали, что вентиляционное сооружение – регулятор количества воздуха в монтажном ходке № 134 – было частично разрушено, что привело к перераспределению воздуха в выработках и уменьшению его расхода в лаве № 133.

Изучение характера распространения взрыва, травм пострадавших и других факторов позволило специалистам сделать вывод, что ударная волна взрыва не была способна повлиять на состояние регулятора количества воздуха в монтажном штреке № 134, т. е. состояние указанного регулятора воздуха до возникновения аварии было аналогичным зафиксированному сотрудниками ГВГСС после возникновения аварии. В таблице приведено распределение количества воздуха, подаваемого 2 марта в выработки, расположенные вблизи аварийного участка.

Во время проведения обследования места аварии было установлено, что площадь сечения запасного выхода лавы на бортовой штрек № 118-бис составляла 2,2 м² (по проекту предусмотрено не менее 2,4 м²), а запасной выход из лавы размещался с отставанием от очистного забоя на 12 м (по проекту не более 5 м), а площадь сечения из лавы на сопряжении с конвейерным штреком № 119 составляла 1,5 м² (по проекту 5–6 м²). Приведенные данные и их анализ свидетельствуют, что непосредственно перед взрывом выемочный участок не был обеспечен расчетным количеством воздуха (473 м³/мин), так как фактически поступало 156 м³/мин. Согласно расчетам, учитывая фактическую площадь поперечного сечения конвейерного штрека № 119, средняя скорость движения воздуха была 0,12–0,2 м/с.

Проанализировав исследования работы газоотсасывающей установки и состояния газоотсасывающего трубопровода, экспертная комиссия сделала вывод, что количество воздуха, которое газоотсасывающая установка отсасы-

Выработка	Количество воздуха, м ³ /мин, подаваемого в выработки		
	15 ч 16 мин	15 ч 55 мин	16 ч 20 мин
Бортовой штрек № 118-бис до сопряжения с лавой	796	796	740
Конвейерный штрек № 119	156	210	350
Монтажный ходок № 134	350	-	390

вала непосредственно из тупика погашения перед аварией с учетом необеспеченности выемочного участка расчетным количеством воздуха (не более 156 м³/мин) было в пределах 60–100 м³/мин.

Исследования показали, что непосредственно перед возникновением аварии в конвейерном штреке № 119 выемочного участка лавы № 133 сложилось такое распределение поступающего воздуха (рис. 4): в лаву – не более 156 м³/мин; непосредственно всасывалось газоотсасывающей установкой из тупика погашения конвейерного штрека № 119 – 60–100 м³/мин; на выходе из лавы – 56–96 м³/мин. Исходя из расчетов, с учетом фактической площади поперечного сечения конвейерного штрека № 119 от 7,7 до 7,9 м² (ПК 12+8,7 – ПК 11), до аварии

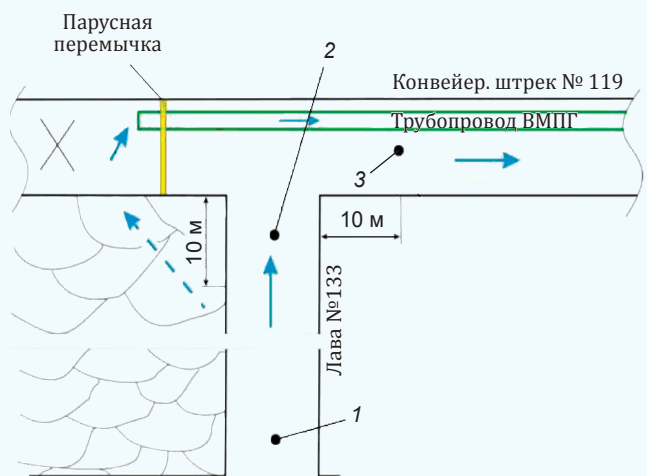


Рис. 4. Аэрогазовая обстановка перед аварией в зоне сопряжения конвейерного штрека № 119 и лавы № 133: 1 – воздух, поступающий в лаву; 2 – воздух, исходящий из лавы; 3 – скорость воздуха в исходящей струе 0,12–0,2 м/с.

средняя скорость воздуха в этом штреке была 0,12–0,2 м/с. Однако, как известно, согласно требованиям Инструкции [2] участки длиной до 200 м с исходящей вентиляционной струей, прилегающей к очистным забоям с абсолютным метановыделением 3 м³/мин и более на шахтах III категории и выше при средней скорости воздуха в 10 м от забоя 1 м/с, опасны по слоевым скоплениям, т. е. перед возникновением взрыва в штреке образовались слоевые скопления метана на протяжении не менее чем 50 м от окна лавы.

На основании изложенного экспертная комиссия сделала вывод, что необеспеченность выемочного участка лавы № 133 расчетным количеством воздуха привела к загазированию выработки на протяжении не менее 50 м от сопряжения с очистным забоем слоевыми скоплениями метана взрывоопасной концентрации 4,6–5,8 %.

В конвейерном штреке № 119 было установлено такое электрооборудование: фидерный автомат АВ-400, а также пускатели: ПВИ-250 привода газоотсасывающего вентилятора ВМЦГ-7М; ПВИ-250 привода скребковых конвейеров СП-250 № 1 и 2; ПВИ-125 привода насоса 1В20; ПМВИР-41 привода лебедки ЛПК-10Б.

Для поиска возможных источников воспламенения метановоздушной смеси и их анализа рассмотрели следующие ситуации. На момент аварии в конвейерном штреке № 119 выполнялись такие работы: ремонт конвейера СП-250 № 2 и конвейера лавы СП-250, а также демонтаж рельсового пути. Источниками воспламенения могли быть взрывные работы и средства взрывания, огневые работы, фрикционное и (или) электрическое искрение, самовозгорание угля, электростатические заряды, курение, аккумуляторные светильники и др.

Осмотр аварийного участка дал возможность сделать вывод, что возникновение воспламенения от электрического тока наиболее вероятно в месте соединения кабелей.

На основании выявленных фактов и обстоятельств экспертная комиссия констатировала, что источником воспламенения метановоздушной смеси в конвейерном штреке № 119 стало искрение кабеля насоса 1В-20 при попытке включения пускателя этого насоса. Эксплуатируемый кабель также не соответствовал требованиям нормативно-правовых актов.

Изучив все обстоятельства и причины возникновения аварии, а также условия и характер ее развития, места расположения потерпевших и характер полученных ими травм, экспертная комиссия классифицировала аварию как взрыв метановоздушной смеси, которая образовалась в виде слоевых скоплений метана в конвейерном штреке № 119. При этом взрыв метановоздушной смеси не вызвал взрыва пылевоздушной смеси.

Изложенное позволило охарактеризовать процесс дальнейшего развития аварии в таком порядке. Искрение кабеля зажгло взрывоопасную метановоздушную смесь. В месте взрыва давление было незначительное из-за небольшого количества метана, что подтверждается отсутствием механических травм у потерпевших, минимальным воздействием на крепь и оборудование выработки. Действие взрыва, по показаниям потерпевших, можно было оценить приблизительно в 2–5 с.

Выводы. Причиной аварии I категории, произошедшей 2 марта 2017 г. в 12 ч 05 мин на шахте «Степова» ГП «Львовуголь», стал взрыв метановоздушной смеси, которая образовалась в конвейерном штреке № 119 на участке от 0 до 50 м от лавы в месте размещения кабеля, питающего насос 1В-20, а причиной образования метановоздушной смеси взрывоопасной концентрации стало накопление метана в виде слоевого скопления, которое возникло из-за необеспеченности выемочного участка расчетным количеством воздуха.

На данном этапе исследований достаточно важен вопрос получения достоверной информации от датчиков контроля низового уровня системы АГК, причем основные причины получения данных, не соответствующих действительности: проблема с электропитанием; неверная настройка и расположение датчиков контроля; потеря связи с сервером; нестабильность системы проветривания; ремонтные операции с системой контроля; отсутствие датчиков скорости воздуха в местах размещения датчиков контроля метана, а также несанкционированное вмешательство в работу системы и другие факторы.

Рекомендации и предложения для предприятий:

шахте «Степова»:

- работы по ликвидации аварии вести по специальным мероприятиям, привести техни-

ческую документацию и фактическое состояние очистных и подготовительных выработок в соответствии с требованиями нормативных документов;

- доукомплектовать парк метанометрической техники, а также вывести из эксплуатации метанометрическую технику, отработавшую расчетный срок или не прошедшую экспертное обследование. Внести изменения в проект АГК в целях обеспечения контроля за слоевыми скоплениями метана на вентиляционных выработках выемочных участков;

- провести ревизию электромеханического оборудования, кабельных сетей шахты и привести в соответствие с нормативными требованиями;

- обеспечить выемочные участки лавы № 133 и 134 телеконтролем расхода воздуха с выводом информации на поверхность;

- оборудовать все вентиляционные устройства, влияющие на стойкость проветривания, электрическими блокировками дверей в шлюзах.

ГП «Львовуголь»:

- провести на шахтах ГП «Львовуголь» внеплановые проверки состояния пылегазового режима и взрывозащиты электро- и горношахтного оборудования, проектных схем электроснабжения и соответствие их фактическому состоянию. Обратить особое внимание на выполнение требований изоляции остановленных выработок и состояние вентиляционных сооружений;

- провести осмотр (экспертное обследование) метанометрической техники, которая отработала срок, или вывести ее из эксплуатации;

- обеспечить регламентное сервисно-техническое обслуживание комплексов КАГИ и УТАС;

- обеспечить подземных работников изолированными самоспасателями;

- провести с привлечением специалистов ГВГСС внеплановую депрессионную и газовую съемки на шахте «Степова», на основании которых разработать меры по оптимизации и управлению метановыделением с учетом программы дальнейшего развития горных работ.

Министерству энергетики и угольной промышленности Украины: доработать и издать в установленном порядке новую редакцию нормативного документа «Дегазация угольных шахт. Правила безопасной эксплуатации дегазационных систем».

Гоструду Украины: создать комиссию для проведения пересмотра нормативных документов, касающихся вопросов дегазации, вентиляции и борьбы с ГДЯ, в целях возможной корректировки и переиздания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керівництво щодо проектування вентиляції вугільних шахт: ДНАОП 10.0-7.08-93. – К.: Основа, 1993. – 152 с.
2. Інструкція щодо контролю складу рудникового повітря, визначення багатозагазованості та категорій шахт за метаном // Зб. інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. – К.: Основа, 1996. – С. 62–102.
3. Минеев С. П. Расследование аварии с двумя взрывами метановоздушной смеси / С. П. Минеев, В. Н. Кочерга, А. И. Дубовик [и др.] // Уголь Украины. – 2016. – № 9–10. – С. 14–22.
4. Медведев В. Н. Контроль содержания метана в шахтной атмосфере / В. Н. Медведев // Уголь Украины. – 2008. – № 3. – С. 37–39.

Горняки ДТЭК шахты им. Героев космоса обеспечили Украину 2 млн т угля

Трудовой коллектив шахты им. Героев космоса добыл второй миллион тонн угля с начала года. Этим горняки внесли свой очередной весомый вклад в энергонезависимость страны. Шахтеры добывают топливо для шести из семи украинских ТЭС, работающих на газовых углях.

С начала 2017 г. на шахте было запущено четыре лавы. Среднесуточная добыча по шахтоуправлению составляет 9,3 тыс. т. Проходчики с начала года прошли порядка 9 км горных выработок. В ближайшей перспективе коллектив шахты им. Героев космоса планирует запустить еще две лавы и добыть около 1 млн т энергетического топлива до конца года.