

УДК 622.822

В.А. Портола, С.Н. Лабукин

КОНТРОЛЬ ЭНДОГЕННОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ШАХТ ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ВОЗДУХА

Проведенные ранее исследования показали, что для обнаружения процесса самовозгорания угля можно использовать теплофизические параметры рудничного воздуха [1-3]. Так, способ, основанный на измерении содержания в рудничном воздухе, прошедшем через скопление угля, суммарного количества пара и жидкого аэрозоля, позволяет фиксировать очаги с температурой 50–100 °С. Апробация способа обнаружения ранней стадии самонагревания угля по суммарному содержанию в рудничном воздухе пара и жидкого аэрозоля, а также устройства для определения общего количества влаги в воздухе была проведена на шахтах «Владимирская» и «Полысаевская».

Поле шахты «Владимирская» расположено в центральной части Кемеровского геологического-экономического района Кузбасса. Промышленная угленосность участка приурочена к отложениям кемеровской свиты, содержащей пласти угля Кемеровский, Волковский, Подволковский, Владимирский и Лутугинский. Верхней границей свиты служат песчаники, залегающие в кровле пласта Кемеровского.

Измерения количества содержащихся в рудничной атмосфере водяного пара и жидкого аэрозоля разработанным устройством производились 21.07.09 г. в лавах № 3 и № 4. Вскрытие запасов осуществляется тремя пластовыми выработками – вентиляционным, конвейерным и путевым наклонными стволами, выполняющими одновременно две функции: вскрытие запасов и подготовка шахтного поля. Схема вентиляции шахты «Владимирская» приведена на рис. 1.

Пласт Владимировский, в границах выемочного участка лавы № 3, переменной мощности от 2,8 до 5,3 м, в среднем – 4,10 м, с наличием 1-2 прослоев аргиллита мощностью 0,1–0,25 м. Уголь хрупкий, с коэффициентом крепости $f=0,5-0,8$ по шкале проф. Протодьяконова М.М., с наличием внутрипластовой послойной нарушенности и мятными зонами. Пласт осложнён мелко амплитудными пликативными и дизьюнктивными тектоническими нарушениями, характерными для замыкания складки.

Лава № 4 (рис. 1) расположена между путевым наклонным стволом на севере и водоотводной канавой на юге шахтного поля, ориентирована вдоль оси синклинальной складки “А” с глубинами отработки пласта: 70–100 м от поверхности. Длина лавы по простиранию 610 м и по падению 100 м. Пласт Владимировский в контуре лавы имеет среднюю мощность 3,88 м. и представлен полосчатым, часто слоистым, хрупким углем. Повсеместно по всему пласту отчетливо выражена эндогенная трещиноватость, представленная как послойными, так и перпендикулярными к наслоению трещинами, за счет которых в пласте угля четко выделяются различных размеров отдельности. Экзогенная трещиноватость развита также повсеместно и представлена тремя – четырьмя системами трещин с различной степенью их распространения в массиве. Угольная пыль взрывоопасна, вмещающие пласт горные породы силикозоопасны, пласт Владимировский опасен по самовозгоранию.

Одновременно в воздухе измерялась относи-

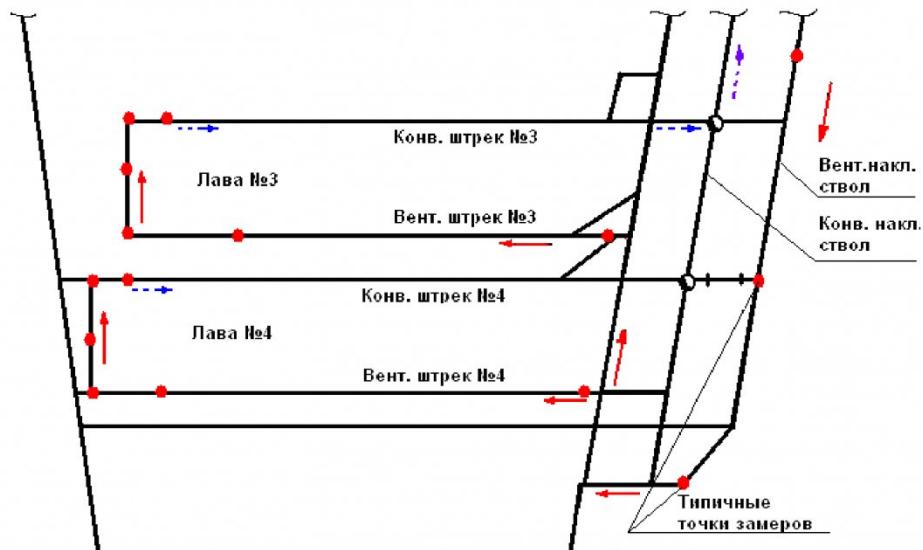


Рис. 1. Схема вентиляции участка лавы № 3 и № 4 ш. «Владимирская»

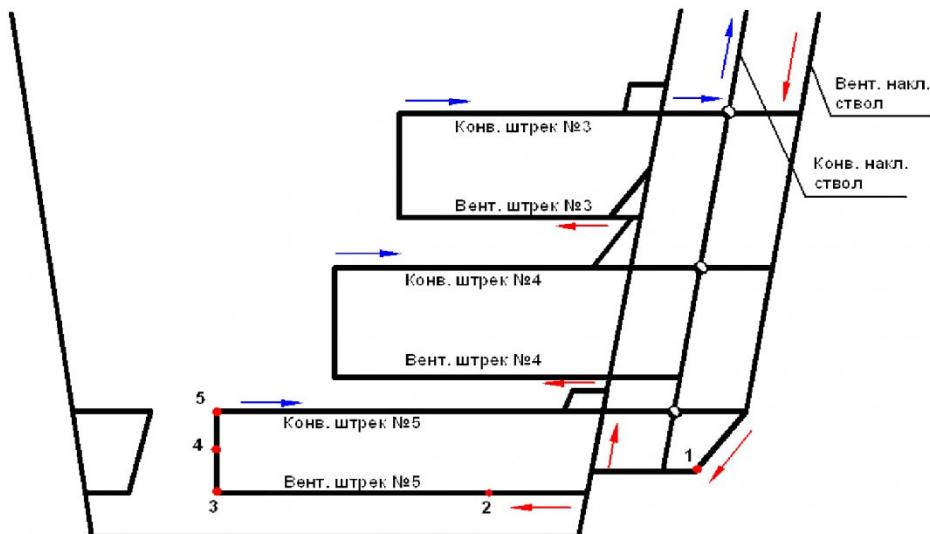


Рис. 2. Схема вентиляции участка лавы № 5 ш. «Владимирская»
с точками замера параметров воздуха

тельная влажность и рассчитывалось влагосодержание. Проведенные замеры показали, что температура атмосферного воздуха равна 22 °C, его относительная влажность 83 % и расчетное содержание пара 14,35 г/кг. Поступая в горные выработки, воздух остывает, что приводит к росту его относительной влажности до 100 %. Затем, по мере охлаждения воздуха начинает происходить конденсация пара, сопровождаемая снижением влагосодержания. Так, при подходе к лаве воздух имеет относительную влажность 100 %, его влагосодержание составило 7,9 г/кг. Применение адсорбционного метода показало, что суммарное содержание пара и жидкого аэрозоля в воздухе равно 9,6 г/кг. Исходящий из выработанного пространства воздух имеет влагосодержание 7,6 г/кг, а суммарное количество жидкого аэрозоля и пара равно 8,3 г/кг.

Таким образом, из приведенных данных видно, что в выработанном пространстве не происходит выделение пара, а наблюдается небольшое снижение содержания пара и жидкости за счет конденсации жидкого аэрозоля на поверхности угля и пород. Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что в выработанном пространстве лавы № 3 отсутствует процесс самонагревания угля.

Эксперимент в лаве № 4 производился 23.07.09 г. Температура воздуха на поверхности равна 16 °C, его относительная влажность 94 %. Замеры в шахте показали, что после поступления в горные выработки и небольшого охлаждения относительная влажность воздуха поднялась до 100 %, а затем происходила конденсация пара с образованием жидкого аэрозоля. Небольшое понижение относительной влажности воздухе зафиксировано перед лавой. Данное явление обусловлено повышением температуры воздуха на

1,9°C, которое происходит за счет выделения тепла от энергопоезда лавы. Расчетное содержание

Таблица 1. Теплофизические параметры воздуха
на участке лавы № 5 ш. «Владимирская»

Место заме- ра	$T_{\text{сух}}$, °C	$T_{\text{вл}}$, °C	φ , %	d, г/кг
Поверх- ность	7,8	7	90	6,11
Точка №1	13,4	11,4	79	7,81
Точка №2	11,8	11,2	93	8,28
Точка №3	11,4	11	95	8,23
Точка №4	11	10,8	98	8,28
Точка №5	11,4	11,2	98	8,50

пара в воздухе перед поступлением в лаву равнялось 10,05 г/кг, а суммарное содержание пара и жидкого аэрозоля, определенное адсорбционным методом, 12,1 г/кг. На выходе из выработанного пространства в воздухе содержалось 8,7 г/кг пара. Применение адсорбционных колонок позволило зафиксировать суммарное содержание пара и жидкого аэрозоля, равное 9,8 г/кг.

Учитывая снижение содержание жидкого аэрозоля в воздухе после прохождения выработанного пространства, можно сделать вывод, что в выработанном пространстве лавы № 4 отсутствуют очаги самонагревания.

Лава № 5 по пласту Владимировскому расположена в восточной части шахтного поля ш. «Владимирская» на восточном крыле синклинальной складки «А». Длина выемочного столба лавы № 5 по простирианию от границы целика под путевой наклонный ствол до демонтажной камеры № 5 460 м, и длина столба по падению – 67 м. Залегание

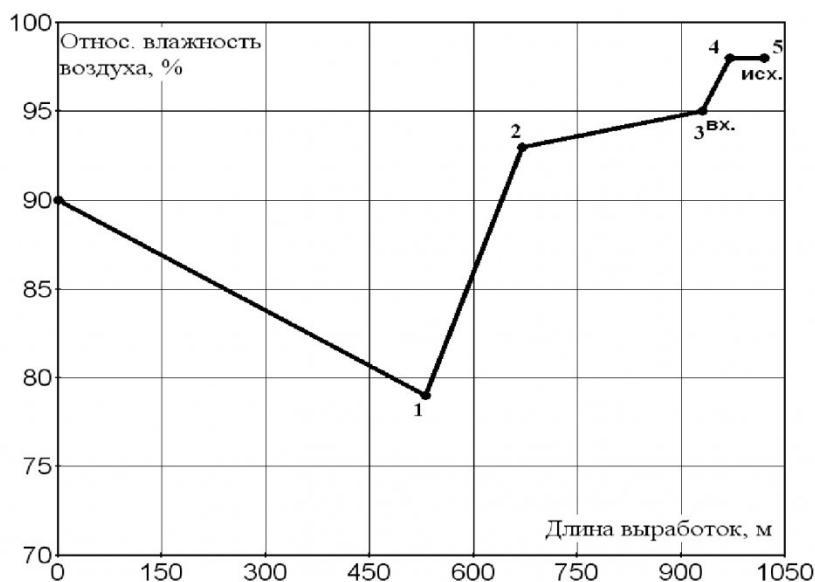


Рис. 3. Изменение относительной влажности воздуха по длине горных выработок участка лавы № 5 ш. «Владимирская»

пласта в контуре лавы пологоволнистое, с общим падением на ЮЗ. Средний угол падения по лаве № 5 составит 8-9,5°. Отработка запасов будет производиться от монтажной камеры на восстание под углом 7-12°. Глубина ведения работ составляет 75 метров от земной поверхности в районе монтажной камеры и 45 метров в районе путевого наклонного ствола.

Пласт Владимировский в контуре лавы № 5 имеет простое строение и представлен одной пачкой угля, средней мощностью 4 м. В пласте присутствуют зоны перемятого, с плоскостями притирания угля и линз высоко минерализованного угля с зольностью более 30 %, которые приурочены в основном к нижней части пласта 1,0-1,3 метра от почвы. Местами у кровли пласта отмечаются

прослойки мощностью до 0,3 м матового, слабо трещиноватого крепкого угля. В целом крепость угля в пласте варьирует и составляет 0,8-1,2 по шкале проф. Протодьяконова, а минерализованные прослои имеют крепость 3,0-3,5. Трещины усыхания хорошо развиты и прослеживаются почти по всему пласту с интервалом 12-15 см, имеют угол падения 75-80°. Кливажные трещины более мелкие, частые, полые чаще всего приурочены к определенным угольным прослойкам и представлены очень густой сетью с интервалом 2-3 мм. Их простижение по аз. 25-30° и падение на СЗ. Материнская зола по лаве составляет 10-12,5 %, влажность 1,5-1,8 %. Выход летучих 23-25 %.

Для отработки лавы № 5 пласта Владимировского, принята система разработки длинными

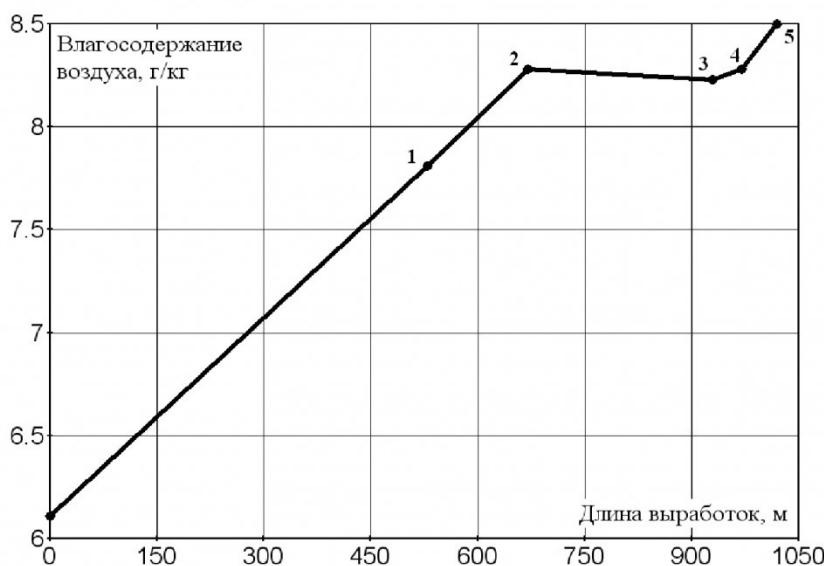


Рис. 4. Изменение влагосодержания воздуха по длине горных выработок участка лавы № 5 ш. «Владимирская»

столбами по простиранию с полным обрушением кровли в выработанном пространстве. Лава № 5 отрабатывается в одном геологическом блоке средней мощностью 4,0 м, с применением механизированного комплекса 1КМ144И с комбайном К-500Ю, конвейером СПЦ-271, крепью сопряжения КСП и перегружателем ПСП 381 (02). Отбитый уголь транспортируется по ленточному конвейеру 2ЛТ-1000А на конвейерный наклонный ствол и по нему на поверхность.

В ходе определения количества влаги адсорбционным методом производились измерения, необходимые для определения относительной влажности воздуха. Измерения проводились с помощью аспирационного психрометра и прибора ТГО-2, измеряющего атмосферное давление. Схема вентиляции участка лавы № 5 представлена на рисунке 2. Данные измерений приведены в таблице 1. Зависимость относительной влажности воздуха и влагосодержания от расстояния пройденного воздухом по горным выработкам представлена на рис. 3 и 4.

Измерение адсорбционным способом количества влаги на входящей в лаву струе воздуха проводилось на сопряжении лавы и вентиляционного штрека № 5, на исходящей струе измерение производилось в кутке на сопряжении лавы с конвейерным штреком № 5. Относительная влажность входящего в выработанное пространство воздуха составляла 95%, влагосодержание 8,23 г/кг, на выходе из выработанного пространства влажность повышается до 98%, влагосодержание воздуха возрастает до 8,50 г/кг. В данном случае температура входящего воздуха равна 11,4°C, исходящий воздух имеет такую же температуру. Максимальная влажность воздуха при данной температуре составляет 10,26 г/м³. Определение количества влаги в воздухе с помощью адсорбционного метода показало следующие данные: на входящей струе воздуха 8,59 г/м³, на исходящей 9,76 г/м³. Диаграмма на рис. 5 показывает соотношение входящего (A_{bx}), исходящего (A_{ex}) и максимального (A_{max}) количества влаги в воздухе.

В данном случае вывод об отсутствии в выработанном пространстве очага самонагревания можно сделать на основании того, что количество выносимой влаги превышает количество вносимой, но при этом оно меньше максимальной влажности. Повышение количества влаги на исходящей струе происходит за счет естественного низкотемпературного испарения.

Для определения количества пыли содержащейся в воздухе в месте проведения замера был использован прибор ПКА-01. На входящей струе воздуха прибор показал запыленность 2 мг/м³, на исходящей 5 мг/м³. Следовательно, погрешность измерения за счет попадания пыли в емкость с сорбентом практически равна нулю.

Измерение влажности с помощью адсорбци-

онного метода также проводились на участке лавы 18-31 ш. «Полысаевская». Лава № 18-31 подготовлена в юго-восточной части уклона поля 18-2, ниже лавы № 18-29 по падению пласта «Толмачевского». Глубина отработки пласта от дневной поверхности 450-520 м.

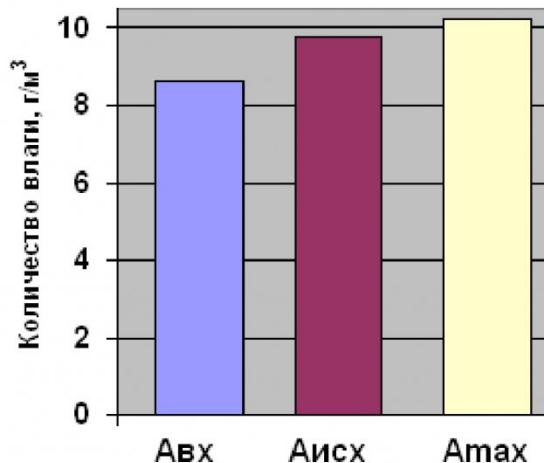


Рис. 5. Количество влаги на входящей и исходящей струе

Пласт «Толмачевский» сложного строения и состоит из двух угольных пачек 1.04м и 0.85м, разделенных прослойем мелкозернистого алевролита мощностью 0.37 м. Мощность пласта меняется от 2.00 м до 2.64 м, при средней мощности 2.26 м. Эксплуатационная мощность 2.34 м. Уголь пласта Толмачевский блестящий и полублестящий с тонкими прослойками матового. Уголь klarеннового типа с содержанием витринита 88 %. Марка угля «Г», зольность эксплуатационная 32.2 %, зольность угольных пачек 8.4 %, выход летучих веществ 43.8 %, влажность 3.8 %, содержание серы 0.68 %, теплотворная способность 5755 ккал/кг, x =34 мм, у = 14 мм, объемный вес угля 1.28 т/м³.

Пласт «Толмачевский» не склонен к самовозгоранию, опасен по взрыву угольной пыли и газа, угрожаемый по горным ударам с глубины 150 м, угрожаемый по внезапным выбросам породы и газа с глубины 560 м. В пласте угля встречаются включения минерализованных прослойков и линз – «колчеданов», размеры линз 0,4 м×0,3 м×0,2 м (max 0,8 м×0,6 м×0,3 м). Сопротивление угля резанию 140 кг/см², «колчеданов» - до 750 кг/см². Пласт угля интенсивно разбит трещинами кливажа, которые способствуют отжимам угля от груди забоя и бортов выработок до 0,5м. Природная газоносность пласта 16 – 18 м³/т.

Ложная кровля пласта представлена весьма неустойчивым углистым аргиллитом, или сильно трещиноватым слабым мелкозернистым алевролитом, крепостью f = 2, мощностью 0,15 м. Обрушается вслед за выемкой угля. Непосредственная кровля представлена переслаиванием мелко и среднезернистых трещиноватых алевролитов

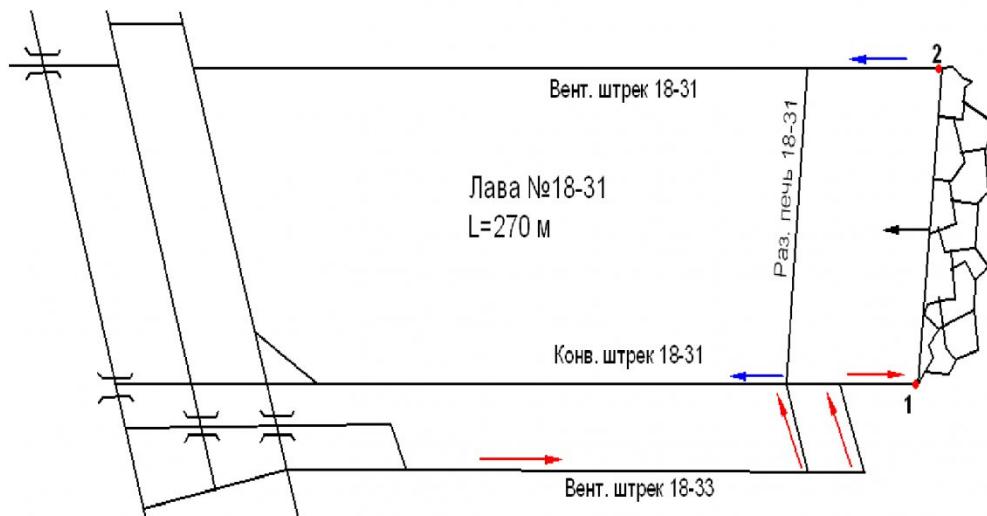


Рис. 6. Схема вентиляции участка лавы № 18-31 ш. «Полысаевская».

мощностью 2 – 6 м, крепостью $f = 3 - 4$. На отдельных участках мощность непосредственной кровли уменьшается до 0,5 м. На таких участках возможно выделение воды от капежа до струйчатого выделения. По результатам геофизических исследований ОАО «НЦ ВостНИИ» свойства непосредственной кровли в столбе лавы изменяются от неустойчивой до среднеустойчивой. Основная кровля представлена мелкозернистым и среднезернистым песчаником мощностью 8 – 16 м, крепостью $f = 6$. Обрушаемость основной кровли легкая. Шаг посадки основной кровли: первичный – 49-52 м, вторичный и последующие – 21-23 м. Ложная почва пласта представлена переслаиванием углистого слабого аргиллита, размокашего в воде и угля мощностью 0,05 м, крепостью $f = 1 - 1,5$. Ложная почва пласта по технологическим причинам вынимается вместе с пластом угля. Непосредственная почва представлена алевролитом мелкозернистым мощностью 4 – 6 м, крепостью $f = 3,5 - 4$. Сопротивление вдавливанию составляет 1,5 - 2,5 МПа.

Залегание пласта невыдержанное, слабоволнистое, угол падения пласта от 7° (у границы доработки) до 9° (у монтажной камеры). По профилю пласт погружается в северо-западном направлении под углом 0-2°. Выемка угля производится очистным механизированным комплексом. В состав механизированного комплекса входят секции крепи КМ-138/4-2 №№1-4, секции крепи КМ-138/4 №№5-144, секции крепи КМ-138/2 №№145-185; очистной комбайном SL-300, лавный скребковый конвейер RYBNIK-850, дробилка SCORPION 1800Р, перегрузитель GROT-850, маслостанция AZE-5.

Измерение адсорбционным способом количества влаги на входящей в лаву струе воздуха проводилось на сопряжении лавы и конвейерного штрека 18-31, на исходящей струе измерение про-

изводилось в кутке на сопряжении лавы с вентиляционным штреком 18-31. Схема вентиляции участка лавы №18-31 представлена на рис. 6.

Воздух, поступающий в лаву во время проведения измерений, имел относительную влажность 90 %, влагосодержание составляло 9,62 г/кг. При выходе из выработанного пространства относительная влажность увеличилась до 94 %, влагосодержание возросло до 10,74 г/кг. Поступающий в выработанное пространство воздух имеет температуру 15,4 °С, максимальная влажность при этом составляет 13,13 г/м³.

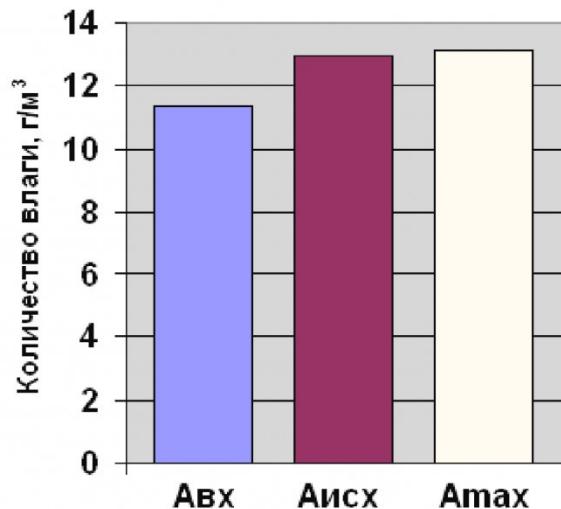


Рис. 7. Абсолютная (Ap) и суммарная (Ac) влажность во входящей и исходящей струе лавы №18-31 ш. «Полысаевская».

Измерение количества влаги в воздухе с помощью адсорбционного метода на участке лавы № 18-31 позволяет сделать следующие выводы. На входящей струе в воздухе содержится 11,37 г/м³ влаги, на исходящей 12,94 г/м³. Графически количество влаги на входящей и исходящей струе воздуха показано на рисунке 7. Учитывая, что количество влаги на исходящей струе не превы-

шает максимальную влажность входящего воздуха, можно сделать вывод, что в выработанном пространстве отсутствует очаг самонагревания, и образования аэрозоля не происходит.

Лава 18-31 оборудована системой подачи аэрозольной воды в выработанное пространство для торможения процесса окисления угля. Распыление воды на уровне вентиляционного и конвейерного штреков лавы № 18-31 производится ежесуточно, одновременно на вентиляционном и конвейерном штреках, в конце третьей добывочной смены. Этим можно объяснить повышение влажности на исход-

ящей струе.

Таким образом, устройство позволяет определять количество влаги, содержащейся в рудничном воздухе, как в виде паров, так и в виде жидкого аэрозоля и может применяться для обнаружения ранней стадии процесса самонагревания. Измерения содержания влаги в рудничном воздухе следует проводить в определенных условиях и характерных местах. Порядок проведения измерений при различных системах разработки угольных месторождений определяется разработанным руководством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белавенцев Л. П. Контроль ранних стадий самовозгорания угля по теплофизическим параметрам рудничного воздуха / Л.П. Белавенцев, В. А. Скрицкий, А. Я. Каминский // Способы и средства предупреждения самовозгорания угля в шахтах: Сб. науч. тр./ ВостНИИ. – Кемерово, 1988. – Т. 49.- С. 4-14.
2. Портола В.А., Лабукин С.Н. Обнаружение очагов самовозгорания угля на ранней стадии развития. Безопасность труда в промышленности. - 2009. - № 4. - С. 34 - 37.
3. Портола В.А., Лабукин С.Н. Способ и устройство идентификации самонагревания угля в шахтах / Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. № 6. С. 42-45.

□ Авторы статьи:

Портола
Вячеслав Алексеевич
- докт. техн. наук, проф.каф. аэрологии,
охраны труда и природы КузГТУ
Тел.8-3842-39-63-70

Лабукин
Сергей Николаевич
- аспирант каф. аэрологии,
охраны труда и природы КузГТУ
Тел.8-3842-39-63-70

УДК 656. 013. 504. 08

В. Л. Жданов

К ВОПРОСУ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ТРАНСПОРТНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ГОРОДАХ

Высокая сложность инфраструктуры городской дорожно-транспортной системы приводит к тому, что задачу повышения эффективности ее функционирования решить какими-либо локальными и изолированными мероприятиями в настоящее время невозможно. Для этого следует внедрять комплекс взаимосвязанных градостроительных, технических, законодательных и организационных мероприятий, которые обеспечат общее улучшение условий движения транспортных потоков (ТП) на улично-дорожной сети (УДС) городов.

Учитывая, что под эффективностью понимают получение какого-либо полезного результата (эффекта) от функционирования дорожно-транспортной системы, выделяют несколько сторон эффективности, среди которых в условиях города центральное место занимает снижение уровня экологической нагрузки (ЭН) на окружающую среду (ОС) от ТП. Это объясняется невозможностью изоляции ТП от селитебных районов городов и их непосредственным негативным

воздействием на организм человека. При этом воздействие ТП городских магистралей на ОС проявляется, в первую очередь, загрязнением воздуха токсичными веществами отработавших газов автомобилей, выброс которых происходит на очень небольшой высоте на уровне органов дыхания человека. Доля других видов воздействия (вибрация, тепловое и электромагнитное излучение) в общей ЭН настолько мала, что они в первом приближении могут не рассматриваться.

Таким образом, чтобы повысить уровень эффективности дорожно-транспортной системы с точки зрения негативного воздействия на ОС необходимо достоверно определить предельно допустимый уровень ЭН, степень его превышения в реальных условиях движения и возможность снижения данного уровня различными мероприятиями. Все это требует наличия как объективных моделей описания механизма воздействия транспортных источников на воздушную среду города, так и обоснованной системы оценочных параметров и соответствующих критериев.