

УДК 622.272.6: 519.21

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ СЛОЕВОЙ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ

## DETERMINATION OF AERODYNAMIC PARAMETERS OF THE MINED OUT SPACES AT LAYERED MINING OF THICK SEAMS

**Торро Виктор Оскарович<sup>1</sup>**,  
старший преподаватель, e-mail: torrovo@mail.ru

**Torro Victor O.<sup>1</sup>**, senior lecturer

**Ремезов Анатолий Владимирович<sup>2</sup>**,  
доктор техн. наук, профессор, e-mail: lion742@mail.ru

**Remezov Anatoly V., Dr. Sc., Professor**

**Кузнецов Евгений Владимирович<sup>1</sup>**,  
кандидат техн. наук

**Kuznetsov Evgeni V.<sup>1</sup>**, C. Sc. (Engineering)

**Куликова Анна Александровна<sup>1</sup>**,  
ст. преподаватель, e-mail: nuta\_flowers\_88@mail.ru

**Kulikova Anna A.<sup>1</sup>**, senior teacher

<sup>1</sup> Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева, филиал в г. Междуреченске. Россия, 652881, Кемеровская обл., г. Междуреченск, пр. Строителей, 36

<sup>1</sup> Mezhdurechensk Branch T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 36, pr. Stroiteley, Kemerovo region, Mezhdurechensk, 652881, Russia

<sup>2</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

<sup>2</sup> T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya st., Kemerovo, 650000, Russia

**Аннотация.** Целью данной статьи является обобщение результатов исследований аэродинамики выработанных пространств для снижения эндогенной пожароопасности ведения горных работ при слоевой выемке пластов. В ходе выполнения работы проводились исследования по изучению условий проветривания выемочных полей в условиях применения различных:

1. Схем подготовки выемочных полей.
2. Технологических схем отработки мощных пластов.
3. Схем проветривания выемочных участков в различных горно-геологических условиях.

В результате определялось удельное аэродинамическое сопротивление выработанных пространств, распределение потоков воздуха в выработанных пространствах различных слоёв, закономерности изменения аэродинамического сопротивления выработанного пространства по длине выемочного столба при отработке различных слоёв. Анализ условий проветривания выемочных полей при слоевой отработке мощных пластов показал наличие больших утечек воздуха в выработанное пространство рабочих и отработанных слоёв в столбах с направлением движения очистного забоя, как по падению, так и по простиранию пласта. В результате был сделан вывод о необходимости применения специальных мер, направленных на снижение эндогенной пожароопасности ведения горных работ при слоевой выемке пластов. Разработаны конкретные предложения.

**Abstract.** The purpose of the given article is to provide the summary of study results of aerodynamics of the mined out spaces in order to decrease fire danger during layered mining of thick seams. During work performance, the conditions of panel ventilating were studied with the application of various:

1. Schemes of panel development;
2. Technological schemes of thick seams mining;
3. Ventilation schemes for panels in different geological conditions.

In the study process, the following parameters were determined: specific aerodynamic resistance of the mined out spaces, distribution of air flows in the mined out spaces of various layers, laws of change of aerodynamic resistance of the mined out space along the length of the pillar in mining various layers. The analysis of ventilation conditions in panels during layered mining of thick seams showed the presence of great air leakages in the mined out spaces of the mined and existing layers in the pillars with the direction of production face both

along the strike and to the dip of the seam. As a result, the conclusion has been made on the need to apply special measures directed on decrease of endogenous fire danger during layered mining of seams. Specific proposals have been developed.

**Ключевые слова:** аэродинамика выработанных пространств, возвратноточная схема, комбинированная схема, утечки воздуха, аэродинамическое сопротивление, самовозгорание.

**Keywords:** aerodynamics of the mined out spaces, return air ventilation scheme, the combined scheme, air leaks, aerodynamic resistance, self-ignition.

Исследования аэродинамики выработанных пространств при слоевой выемке пластов производились на шахтах «Алардинская», «Усинская» и «им. Л.Д. Шевякова» [1-14].

На шахте «Алардинская» экспериментальные исследования проведены при отработке пласта 3 – 3а системой наклонные слои с обрушением в два слоя: на первом слое – в лаве № 3 – 1 – 11, во втором – в лаве № 3 – 2 – 4.

Мощность пласта 5,1-5,8 м, угол падения 15-16°, вынимаемая мощность слоя 2,5-2,8 м. непосредственная кровля мощностью 0,8-2,6 м представлена слоистым алевролитом, а основная мощностью 5-13,7 м – мелкозернистым песчаником. Уголь крепкий, склонен к самовозгоранию.

Отработка первого слоя производилась с применением комплекса КМ-130, а второго 1-ОКП. Длина выемочного поля по простиранию лавы № 3-1-11 составляла 950 м, лавы № 3-2-4 – 1050 м, по падению 120 м и 90 м – соответственно.

Лавы № 3-2-4, отрабатывающая выемочное поле пласта 3-3а по второму слою, проветривалась по возвратноточной схеме с трёхсторонним прилеганием струи воздуха к отработанному пространству при шахматном порядке выемки столбов в выемочном поле. Ниже, по падению пласта, через отработанный столб смежной лавы № 3-2-6 производилась подготовка лавы № 3-2-8. На момент проведения экспериментальных исследований было отработано 220 м выемочного столба при скорости подвигания очистного забоя 100 м /мес.

Инструментальные измерения вентиляционных параметров показали наличие подсосов воздуха с вентиляционного штрека № 3-2-8 на конвейерный штрек № 3-2-4 через отработанное пространство лавы № 3-2-6 в количестве 4,5 м³/сек. Характер распределения прососов воздуха представлен на рис. 2.

На шахте «им. Л.Д. Шевякова» исследования

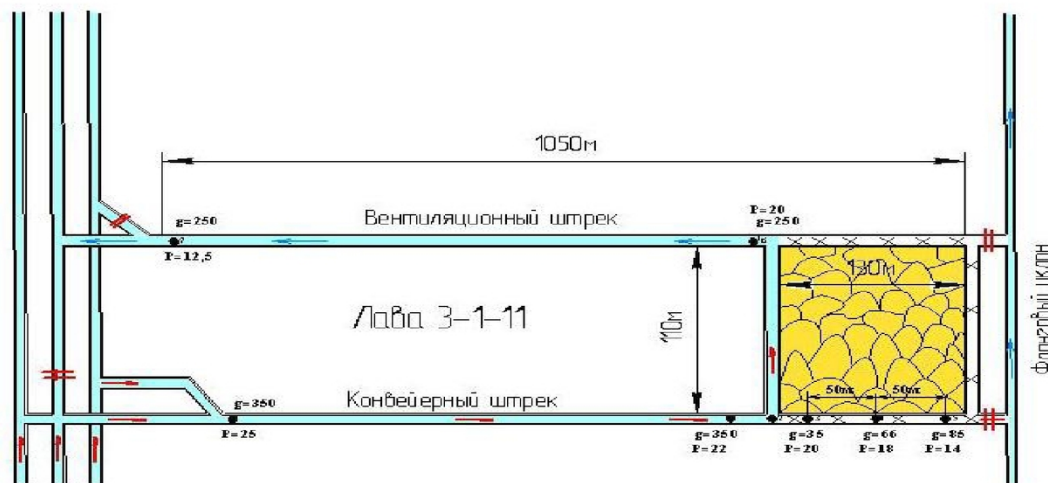


Рис. 1. Шахта «Алардинская» лавы № 3-1-11. Распределение воздуха через отработанное пространство

Fig. 1. The mine "Alardinskaya" longwall No. 3-1-11. The distribution of air through the mined out space

Отработка лавы № 3 – 1 – 11 производилась по бесцеликовой схеме, проветривание выемочного столба осуществлялось по возвратноточной схеме с односторонним прилеганием вентиляционной струи к отработанному пространству.

Проведённые измерения показали наличие утечек воздуха через отработанное пространство в сторону флангового бремсберга в количестве 100 м³/мин.

Потери давления воздуха в лаве № 3-1-11 составили 1 даПа, распределение воздуха через отработанное пространство представлено на рис. 1.

проводились при отработке первого слоя пласта III восьмого бремсбергового поля спаренными лавами № 3-8-1-3 и № 3-8-1-5.

Мощность пласта изменялась от 6,15м до 8,8 м. Строение пласта сложное, имеются прослойки аргиллита мощностью от 0,2 м до 0,7 м. Непосредственная кровля пласта мощностью 8 м сложена алевролитом средней устойчивости. Основная кровля – крепкий труднообрушаемый песчаник мощностью 25-28 м. Первичный шаг обрушения равен 30 м, последующие – 7-9 м. Уголь крепкий, склонен к самовозгоранию. В контуре отра-

батываемых столбов выявлено два геологических нарушения с амплитудой смещения до 4 м. Вынимаемая мощность пласта в первом слое – 3,5 м, среднесуточная нагрузка на очистной забой, оборудованный механизированным комплексом типа КМ-130 составила 1100 тонн. Проветривание лав производилось по комбинированной схеме.

Экспериментальные исследования показали наличие утечек воздуха из отработанного пространства лавы № 3-8-1-5 и вентиляционного штрека № 3-8-1-3 на вентиляционный штрек № 3-8-1-3, в доставочный бремсберг и поддерживаемую монтажную камеру. Общие утечки воздуха

на вентиляционный штрек № 3-8-1-3 составляли 1 м<sup>3</sup>/сек, а в монтажную камеру – 2 м<sup>3</sup>/сек. Отработанное пространство лавы № 3-8-1-5 находилось под отработанным пространством лавы № 3-8-1-3 на протяжении 20 м, где и наблюдалось основное количество утечек воздуха (0,8 м<sup>3</sup>/сек из 1 м<sup>3</sup>/сек). Перепад давлений воздуха между точками 7 и 9 составлял 9,6 даПа.

Поток воздуха в сторону монтажной камеры наблюдался из очистного забоя поддерживаемого конвейерного штрека № 3-8-1-5, разрезной печи лавы № 3-8-1-7. При расстоянии от очистного забоя и разрезной печи лавы № 3-8-1-7 до монтаж-

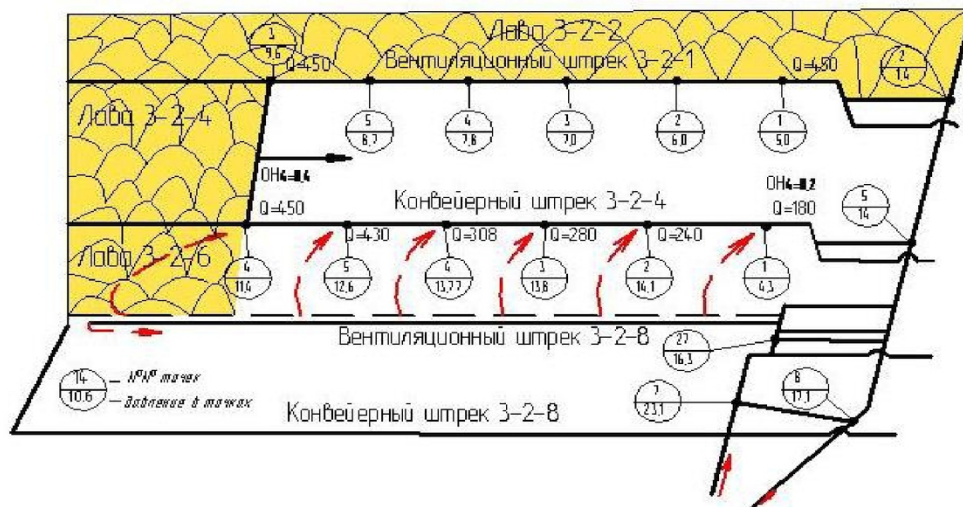


Рис. 2. Шахта «Алардинская» лавы 3 – 2 – 4. Характер распределения прососов воздуха 5/8,7 – числитель – номера точек, знаменатель – давление в точках даПа

Fig. 2. The mine "Alardinskaya" Longwall 3 – 2 – 4. The distribution of air leakages 5/8,7 where the numerator – the numbers of points, the denominator is the pressure at the points of daPa

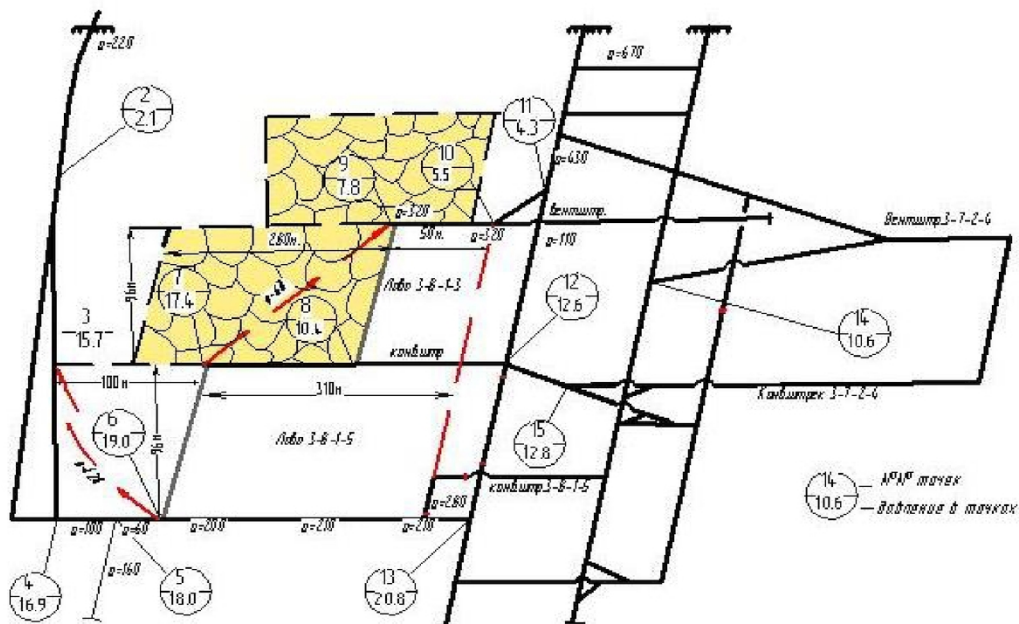


Рис. 3. Шахта «им Л.Д. Шевякова» лавы № 3 – 8 – 1 – 3 и № 3 – 8 – 1 – 5. Распределение воздуха через отработанное пространство

Fig. 3. Mine "im L. D. Shevyakova" Longwall No. 3 – 8 – 1 – 3 and No. 3 – 8 – 1 – 5. The distribution of air through the mined out space



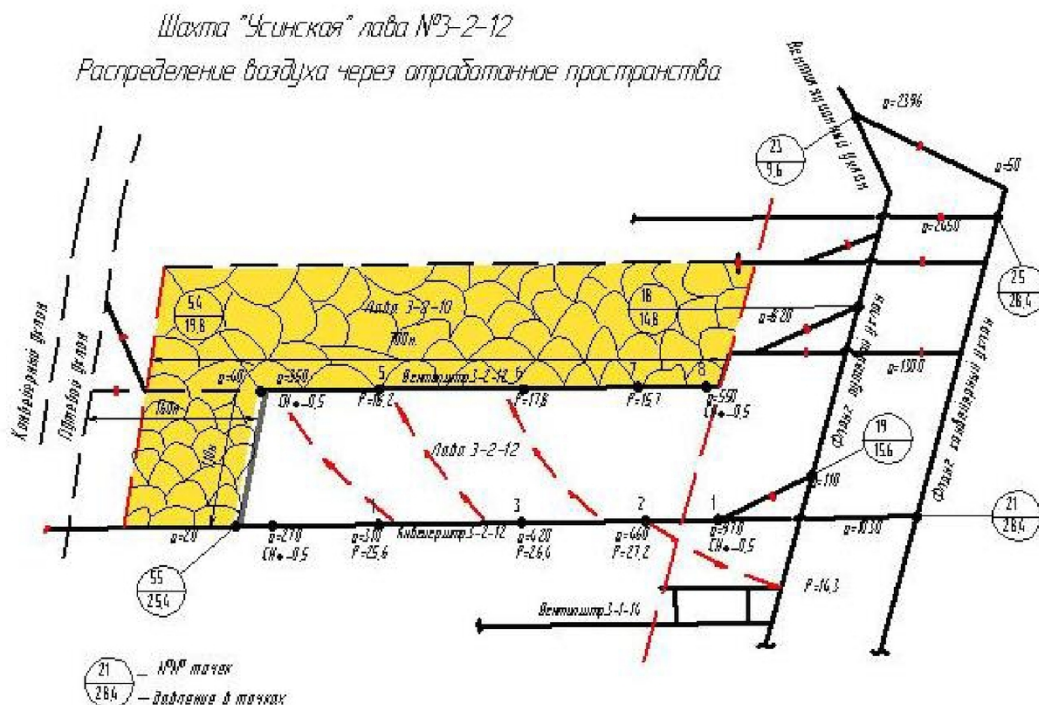


Рис. 4. Шахта «Усинская», лава № 3-2-12. Распределение воздуха через отработанное пространство  
 Fig. 4. Mine Usinskaya, LW No. 3-2-12. Air distribution through the mined out space

ной камеры, равно соответственно 100 м и 90 м, перепад давлений воздуха составлял 13 даПа. Соответственно, общие утечки воздуха из очистного забоя и поддерживаемого конвейерного штрека № 3-8-1-5 до разрезной печи лавы № 3-8-1-7 на протяжении 10 м от лавы составляли 1 м<sup>3</sup>/сек (рис. 3).

Экспериментальные исследования на шахте «Усинская» проводились при отработке второго слоя пласта III лавой № 3-2-12 на гор. ± 0 м.

Пласт III на выемочном поле лавы № 3-2-12 имел общую мощность 8,5 м, вынимаемая мощность второго слоя составляла – 2,6 м. Угол падения пласта (8-11).

Непосредственная кровля пласта мощностью 10-12 м представлена алевролитом и песчаником, а основная мощностью 28-30 м – крепким устойчивым песчаником. Уголь пласта крепкий, склонен к самовозгоранию.

Размеры выемочного поля: по простиранию 700 м, по падению – 110 м. На момент проведения исследований было отработано 160 м выемочного столба при скорости подвигания очистного забоя 36-64 м/мес.

Отработка в пределах выемочного поля производилась в направлении от центральных уклонов к границе шахтного поля с применением механизированного комплекса 2-ОКП.

Проветривание лавы осуществлялось по возвратной схеме.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 4 в графическом виде.

Результаты экспериментальных исследований показали наличие больших утечек воздуха –

5 м<sup>3</sup>/сек со второго слоя на вентиляционный штрек № 3-1-14 первого слоя в районе монтажной камеры лавы № 3-1-12. Утечки воздуха в количестве 3,1 м<sup>3</sup>/сек наблюдались на всём протяжении конвейерного штрека № 3-2-12, где из 7,6 м<sup>3</sup>/сек воздуха, поступающего на этот штрек за монтажной камерой первого слоя, до очистного забоя второго слоя доходило лишь 3,5 м<sup>3</sup>/сек. На вентиляционном штреке 3-2-12 наблюдался подсос воздуха в количестве 3,3 м<sup>3</sup>/сек. Кроме того, проведенными исследованиями установлена аэродинамическая связь действующей очистной выработки с центральным конвейерным и центральным путевым уклонами через выработанное пространство лавы № 3-2-12.

Таким образом, анализ условий проветривания лавы 3-2-12 позволил выделить три потока воздуха в выработанных пространствах первого и второго слоёв:

- со второго слоя на первый в районе монтажной камеры лавы № 3-1-12;
- с конвейерного штрека второго слоя на вентиляционный штрек этого же слоя через деформированную межслоевую пачку и отработанное пространство первого слоя;
- с конвейерного штрека и очистного забоя на вентиляционный штрек в выработанном пространстве действующего выемочного столба в сторону центрального конвейерного и центрального путевого уклонов.

Аэродинамические параметры выработанных пространств исследуемых лав представлены в таблице 1.



Таблица 1. Экспериментальные и расчетные параметры аэродинамики при слоевой выемке угольных пластов

Table 1. The experimental and calculated parameters of aerodynamics when layered excavation of coal seams

Номера точек на рис. 3.5-3.7	Режим проветривания		Сечение потока, м <sup>2</sup>	Длина пути фильтрации, м	Показатель режима движения,	Аэродинамическое сопротивление		Удельное аэродинамическое сопротивление		Коэффициенты	
	м <sup>3</sup> /с	даПа				$P^I$ ,	$P^{II}$ ,	$I, \text{ даПа} \cdot \text{м}^3$	$II, \text{ даПа} \cdot \text{см}^6$	проницаемости, $K \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$	макрошероховатости, $10^{-4}$ , м
<b>Шахта им. Шевякова</b>											
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 3-8-1-3 фильтрационного потока от отработанного пространства лавы № 3-8-1-5											
7-9	0,83	9,6	70	280	1,85	2,05	11,46	0,51	200	3,45	6,12
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 3-8-1-5 в направлении от очистного забоя на фланговую выработку											
6-7-3	2,0	2,5	175	110	1,8	0,5	2,0	0,79	556,8	2,2	2,2
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 3-8-1-5 в направлении от конвейерного штрека № 3-8-1-5 на фланговую выработку											
3-4-5	1,0	1,8	157	100	1,82	0,4	1,4	0,63	345	2,8	3,5
<b>Шахта Усинская</b>											
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 2-3-8 в районе демонтажной камеры											
1-9	5,0	14,1	70	110	1,98	0,28	0,51	0,178	22,7	98,8	53,9
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 1-12 и деформированное междупластие перед очистным забоем											
4-55-54-3	1,7	6,2	200	115	1,8	0,76	1,6	1,32	577	1,3	2,12
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 1-12 и деформированное междупластие 200м от очистного забоя											
4-5-6	1,16	9,4	200	115	1,66	2,41	4,904	4,19	1705	0,42	0,7
Отработанное пространство 1-го слоя лавы № 1-12 и деформированное междупластие 300м от очистного забоя											
2-3-6-7	0,66	11,5	200	115	1,5	8,71	13,2	15,15	4591	0,12	0,26

Как показал анализ данных табл. 1 удельное аэродинамическое сопротивление выработанных пространств первого слоя в (4-6) раз меньше аналогичного параметра для второго слоя при одинаковом расстоянии до очистного забоя. Это объясняется тем, что при выемке первого слоя обрушенные породы кровли, представленные крупными блоками, практически не слёживаются, вследствие чего коэффициент проницаемости выработанного пространства имеет максимальное значение. При отработке второго слоя оставляемая межслоевая пачка угля и, обрушенные при отработке первого слоя породы кровли, разрушаются на более мелкие фракции и уплотняются в выработанном пространстве второго и последующих слоёв, это увеличивает аэродинамическое сопротивление выработанного пространства.

Закон изменения аэродинамического сопро-

тивления выработанного пространства по длине выемочного столба при отработке второго слоя остаётся таким же, как при однослойной выемке пластов, однако его численные значения увеличиваются в 2,5-5 раз в зависимости от физико-механических свойств вмещающих пород.

Так аэродинамическое сопротивление выработанного пространства при выемке второго слоя увеличивается:

- для неустойчивых слёживающихся пород – в 4-5 раз;
- средней крепости и устойчивости – в 3-4 раза;
- крепких обрушаемых пород – в 2,5-3 раза

Малое аэродинамическое сопротивление выработанного пространства первого слоя при крепких вмещающих породах и большая воздухопроницаемость оставляемой межслоевой толщи мощ-

ностью 1 м и более создают повышенную эндогенную пожароопасность ведения горных работ на втором и последующих.

#### **Выводы**

1. Анализ условий проветривания выемочных полей, разрабатывающих пласты с крепкими труднообрушаемыми породами кровли, показал наличие больших утечек воздуха в выработанное пространство рабочих и отработанных слоёв в столбах с направлением движения очистного забоя, как по падению, так и по простиранию пласта. Утечки воздуха из слоевых выработок нижнего слоя на вышележащий отработанный столб составляют 30-50 % от общего количества воздуха, поступающего на выемочное поле, причём основной объём утечек наблюдается в районе монтажных и демонтажных камер в соответствии с принятой схемой проветривания;

2. Одной из основных причин возникновения эндогенных подземных пожаров при слоевой выемке пластов является несвоевременная и некачественная изоляция выработанных пространств, как на отработанных, так и на действующих выемочных столбах. Обеспечение надёжной изоляции отработанных выемочных столбов и полей при слоевой выемке пластов требует оставления достаточных по размеру целиков в местах возведения перемычек и своевременного и качественного выполнения изоляции;

3. Схемы подготовки выемочных полей с проведением фланговых выработок, используемых для монтажа механизированных комплексов, как с оставлением целиков, так и без межлавных целиков (с поддержанием выработок в выработанном пространстве, проведением присечных выработок догоняющим забоем в период отработки выемочного столба) создают прямой ток воздуха из очистного забоя или в него через выработанное пространство, особенно при некачественной изоляции со стороны фланговых выработок. Такая ситуация наблюдается на всех шахтах, где поддерживаемые выработки не изолируются со стороны фланговых выработок, а монтажные камеры сбиваются с выработанным пространством смежного действующего очистного забоя. В этом слу-

чае даже при применении возвратноточной схемы проветривания сохраняется неконтролируемый ток воздуха через выработанное пространство. Поэтому рассмотренная технология ведения горных работ характеризуется повышенной эндогенной пожароопасностью, она требует строгого контроля за продолжительностью ввода в работу смежного с работающим очистного забоя, своевременной и качественной изоляцией со стороны фланговых выработок;

4. Для снижения эндогенной пожароопасности ведения горных работ при слоевой выемке пластов необходимо:

4.1. Не допускать одновременную подготовку и отработку выемочных столбов на одном крыле в разных слоях.

4.2. Запретить расположение выработок второго и третьего слоёв в створе с выработками первого слоя.

4.3. Не допускать проведение присечных выработок ранее, чем через 6-12 месяцев после отработки и изоляции смежных столбов и затухания активных смещений подработанной толщи пород.

4.4. Принимать размеры целиков у фланговых выработок из условия расположения изолирующих сооружений за пределами зоны опорного горного давления.

4.5. Принимать размеры целиков у фланговых выработок из условия расположения изолирующих сооружений за пределами зоны опорного горного давления.

4.6. Снижать воздухопроницаемость выработанных пространств в районе монтажных и демонтажных камер путём тампонажа, создания изолирующих полос, заполнения пустот вспенивающимися быстротвердеющими составами и др.

5. Анализ результатов проведённых исследований и условий отработки мощных пологих и наклонных пластов слоевыми системами показал, что даже при выполнении указанных выше требований не исключается полностью возможность возникновения эндогенных пожаров, так как обеспечить надёжную изоляцию выработанных пространств при подготовке и отработке второго слоя в настоящее время технически сложно [1-14].

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Временное руководство по выбору технологических схем проветривания и управления газовыделением на выемочных участках. ВостНИИ, Москва, 1984. - 73с.
2. Руководство по применению способов торможения развития самонагревания угля в выработанных пространствах выемочных полей шахт. ВостНИИ, Кемерово, 1985. - 60с.
3. Возникновение очагов самовозгорания угля в шахтах / Л.П. Белавинцев // Уголь. - 1985. - № 7. - С. 43-45.
4. Торро В. О. Способ предупреждения эндогенных пожаров в действующих выемочных полях / В.О. Торро, Л.П. Белавинцев и др. // Авторское свидетельство № 1693258, 22 июля 1991 г.
5. Белавинцев М. П. Разработать комплексный способ и схемы профилактики эндогенных пожаров при слоевой выемке из мощных пологих и наклонных пластов / М.П. Белавинцев, В.О. Торро и др. // Отчет ВостНИИ, № гос. Регистрации 01910051535. Кемерово, 1993.



6. Морозов Ю. И. Способ разработки мощных пологих угольных пластов / Ю. И. Морозов, Н. Г. Сердобинцев, В. О. Торро и др. // Патент № 2039262, 1995. – 7с.
7. Белавенцев П. П. Руководство по применению способа профилактики эндогенных пожаров на принципе интенсификации дезактивации угля в шахтах Кузбасса / П. П. Белавенцев, В. А. Голунь, С. П. Ворошилов, З. С. Быкова, В. О. Торро и др. // Министерство топлива и энергетики, ВостНИИ, Кемерово, 1997. – 18с.
8. Белавинцев Л. П. Аэродинамический способ предупреждения эндогенных пожаров в шахтах / Л. П. Белавинцев, В. О. Торро, и др. // Уголь. – 1994. -№11. – С.37-38.
9. Торро В. О. Опыт отработки мощных пластов пологого залегания / В. О. Торро, В. П. Белов, А. В. Ремезов // Уголь, 2008 – №1. С. 11-14.
10. Торро В. О. Разработка технологических схем отработки мощных пологих пластов наклонными слоями с восходящим порядком выемки слоев / В. О. Торро, А. В. Ремезов // Материалы II Международной научно-практической конференции, Уфа, 29-30 сентября 2014 г. - РИО ИЦИПТ (Исследовательский центр Информационно-правовых технологий). – С. 131-143.
11. Торро В. О. Опыт отработки мощных пологих пластов в Кузбассе / В.О. Торро, А.В. Ремезов и др. // Кемерово. ООО «ОФСЕТ» 2015. - 898с.
12. Торро В. О. Аэродинамика выемочных полей на мощных пологих пластах / В.О. Торро, А.В. Ремезов, Г.Н. Роут // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2016.- № 3. - С. 21-29.
13. Исследование закономерностей протекания аэротермодинамических процессов при самонагревании угольного скопления / В.О. Торро, А.В. Ремезов, Г.Н. Роут // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2016.- № 3. - С. 37-43.
14. Торро В. О. Методика, ход и результаты исследования процесса самовозгорания угля / В.О. Торро, А.В. Ремезов, Г.Н. Роут // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2016. - № 4. - С. 18-25.

## REFERENCES

1. Vremennoe rukovodstvo po vyboru tehnologicheskikh shem provetrivaniya i upravleniya gazovydeleniem na vyemochnykh uchastkah. VostNII, Moskva, 1984. – 73 p.
2. Rukovodstvo po primeneniju sposobov tormozheniya razvitija samonagrevaniya uglja v vyrabotannykh prostranstvakh vyemochnykh polej shaht. VostNII, Kemerovo, 1985. – 60 p.
3. Voznikovenie ochagov samovozgoraniya uglja v shahtah / L.P. Belavincev // Ugol'. – 1985. -№ 7. – p. 43 - 45.
4. Sposob preduprezhdeniya jendogennykh pozharov v dejstvujushhikh vyemochnykh poljah./ V.O. Torro, L.P. Belavincev i dr. // Avtorskoe svidetel'stvo № 1693258, 22 ijulja 1991 g.
5. Razrabotat' kompleksnyj sposob i shemy profilaktiki jendogennykh pozharov pri sloevoj vyemke iz moshhnykh pologih i naklonnykh plastov / M.P. Belavincev, V.O. Torro i dr. // Otchet VostNII, № gos. Registracii 01910051535. Kemerovo, 1993.
6. Sposob razrabotki moshhnykh pologih ugol'nykh plastov / Ju. I. Morozov, N. G. Serdobincev, V. O. Torro i dr. // Patent №2039262, 1995. – 7s.
7. Rukovodstvo po primeneniju sposoba profilaktiki jendogennykh pozharov na principe intensifikacii dezaktivacii uglja v shahtah Kuzbassa / P. P. Belavencev, V. A. Golun', S. P. Voroshilov, Z. S. Bykova, V. O. Torro i dr. // Ministerstvo topliva i jenergetiki, VostNII, Kemerovo, 1997. – 18s.
8. Ajerodinamicheskij sposob preduprezhdenija jendogennykh pozharov v shahtah / L. P. Belavincev, V. O. Torro, i dr. // Ugol'. – 1994. -№11. – S.37-38.
9. Opyt otrabotki moshhnykh plastov pologogo zaleganija / V. O. Torro, V. P. Belov, A. V. Remezov // Ugol', 2008 – №1. S. 11-14.
10. Razrabotka tehnologicheskikh shem otrabotki moshhnykh pologih plastov naklonnymi slojami s voshodjashhim porjadkom vyemki sloev / V. O. Torro, A. V. Remezov // Mate-rialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ufa, 29-30 sentjabrja 2014 g.- RIO ICIPT (Issledovatel'skij centr Informacionno-pravovykh tehnologij). – S. 131-143.
11. Opyt otrabotki moshhnykh pologih plastov v Kuzbasse / V.O. Torro, A.V. Remezov i dr. // Kemerovo. ООО «ОФСЕТ» 2015. - 898с.
12. Ajerodinamika vyemochnykh polej na moshhnykh pologih plastah / V.O. Torro, A.V. Remezov, G.N. Rout // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2016.- № 3. - S. 21-29.
13. Issledovanie zakonornostej protekanija ajerotermodinamicheskikh processov pri samonagrevanii ugol'nogo skoplenija / V.O. Torro, A.V. Remezov, G.N. Rout // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2016. - № 3. - S. 37-43.

14. Metodika, hod i rezultaty issledovanija processa samovozgoranija uglja / V.O. Torro, A.V. Remezov, G.N. Rout // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. - 2016.- № 4. - S. 18-25.

*Поступило в редакцию 22.04.2017*  
*Received 22 April 2017*