DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.002
УДК 622.822.22
© С.А. Новосельцев, 2019

С.А. НОВОСЕЛЬЦЕВ
канд. техн. наук,
технический директор
Филиал ПАО «Южный Кузбасс» —
Управление по подземной добычи угля,
г. Новокузнецк
e–mail: novoseltsevsa@mail.ru

ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ С ВЫПУСКОМ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ УГОЛЬНОЙ ПАЧКИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ОЛЬЖЕРАССКАЯ-НОВАЯ»

В статье представлен полный комплекс мероприятий по профилактике подземных эндогенных пожаров при применении технологии отработки угольных пластов с выпуском подкровельной угольной пачки на шахте «Ольжерасская-Новая», позволяющий исключать самовозгорание пластов и достигать высоких показателей по добыче угля в механизированных очистных забоях.

Ключевые слова: ЭНДОГЕННАЯ ПОЖАРООПАСНОСТЬ, ПОДКРОВЕЛЬНАЯ УГОЛЬНАЯ ПАЧКА, АНТИПИРОГЕНЫ, ОМАГНИЧЕННАЯ ВОДА, ИНЕРТНАЯ ПЕНА, ИНЕРТНАЯ ПЫЛЬ, ЧАСТИЧНОЕ ПОДТОПЛЕНИЕ.

Шахта «Ольжерасская–Новая» является структурным подразделением филиала ПАО «Южный Кузбасс» – Управления по подземной добыче угля. Шахта «Ольжерасская – Новая» расположена в Междуреченском районе Кемеровской области Российской Федерации (рис. 1).

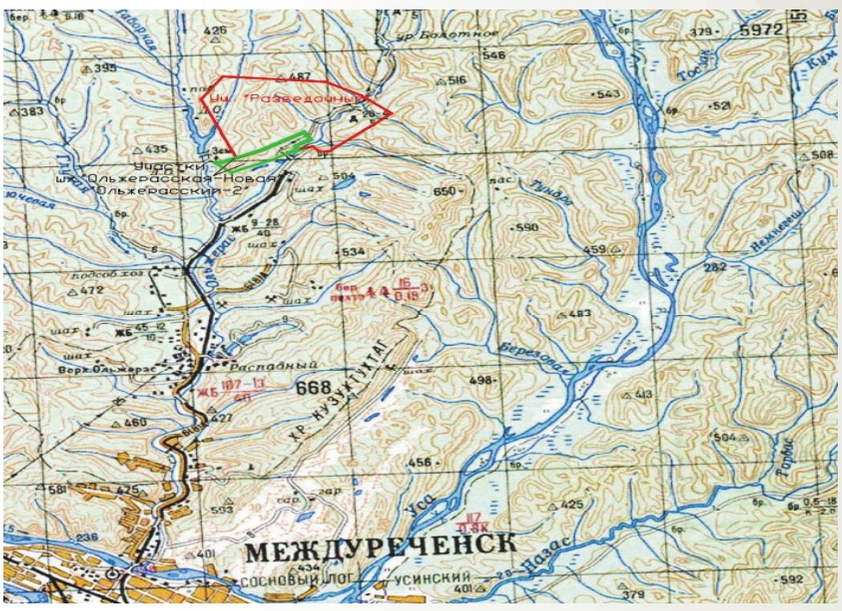


Рис. 1. Обзорно-административная карта района

Пласт 21 распространен по всей площади участка и относится к нижней части отложений грамотеинской свиты. Средняя мощность пласта составляет 7,4 м, что позволяет относить его к мощным пластам. Он имеет сложное строение и содержит до 12 породных прослоев, представленных преимущественно мелкозернистыми алевролитами и углистыми породами. Кровля пласта сложена разнозернистыми алевролитами мощностью от 0,5 до 40 метров и песчаниками мощностью до 25 метров, а его почва представлена в основном алевролитами, реже песчаниками.

По генетическим и технологическим параметрам уголь пласта 21 относится к марке ГЖО (газовый жирный отощенный), группе 2ГЖО.

Зольность угля в среднем составляет 11–12 %, с учетом засорения внутрипластовыми породными прослоями увеличивается до 16–18 %, выход летучих веществ 35–36 %, толщина пластического слоя 8–12 мм. По сложности геологического и тектонического строения шахтное поле относится ко второй группе сложности по Классификации ГКЗ.

Разрывные нарушения в основном имеют характер прямых надвигов и согласных взбросов, подчинённое место занимают сбросо-сдвиги. Основными признаками тектонических нарушений при бурении скважин служат повторения в разрезе одноименных пластов или их отсутствие, увеличения междупластья, интервалы интенсивной трещиноватости, наличие зон дробления пород.

В настоящее время ПАО «Южный Кузбасс», в которое входит шахта «Ольжерасская–Новая», ведет строительство II очереди на основании разработанного институтом ООО «Мечел–Инжиниринг» в 2012 году проекта. Промышленные запасы угля (по состоянию на 01.01.2012) пласта 21 по проекту строительства составляют 29 940 тыс. тонн. Производственная мощность шахты, с учетом добычи из подготовительных забоев и перемонтажей комплекса, принята равной 2200 тыс. тонн угля в год. В одновременной работе на шахте предусматривается один очистной забой и до шести подготовительных. Отработка пласта 21 осуществляется на полную мощность комплексно-механизированными лавами системой ДСО с выпуском подкровельной угольной пачки и полным обрушением кровли (рис. 2).

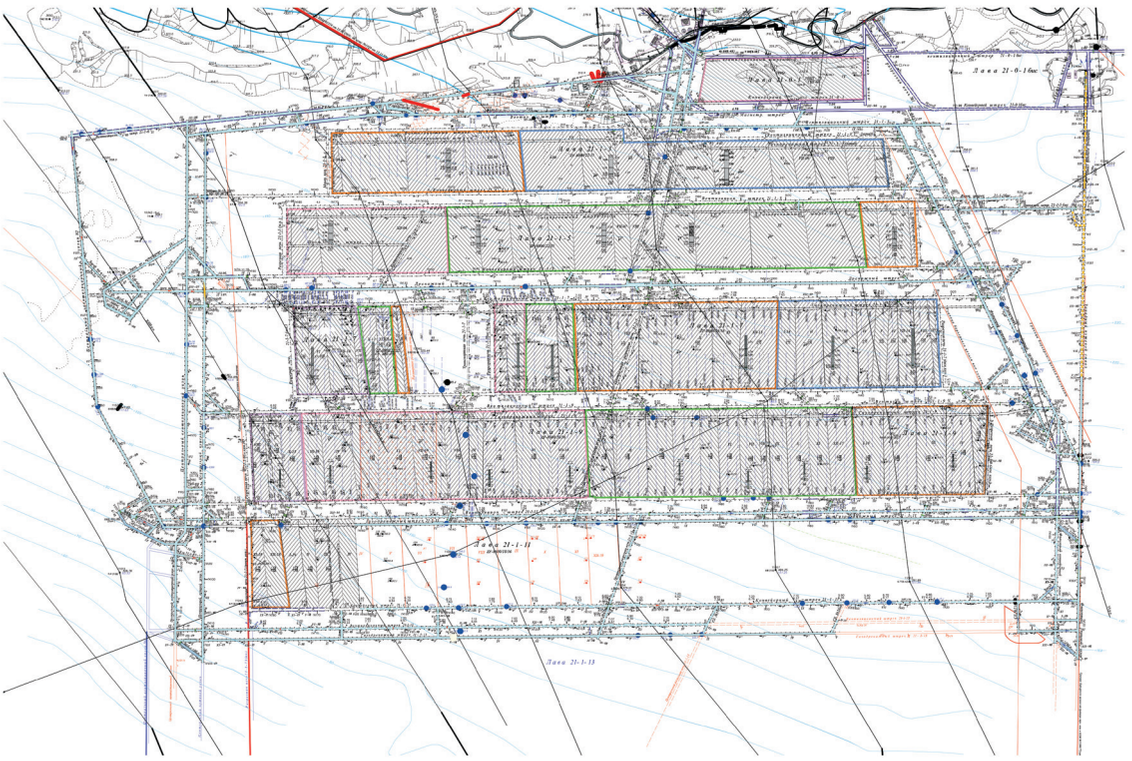


Рис. 2. Фрагмент плана горных выработок шахты «Ольжерасская–Новая»

В перспективе развития предприятия рассматривается III очередь строительства с вовлечением в отработку пластов 21 и 19. Общее количество промышленных запасов горной массы в границах отработки шахты «Ольжерасская–Новая» составят 97 585 тыс. тонн.

Для очистной выемки угля применяется механизированный комплекс ZF8600/18/36 (рис. 3), характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики механизированного комплекса ZF8600/18/36

Наименование параметра	Показатель
Вынимаемая мощность подсечного слоя (комбайном), м	2,3–3,4
Скорость крепления забоя, м/мин	не менее 7,5
Ширина захвата очистного комбайна, м	0,8
Шаг установки секций, мм	1500
Шаг передвижки секций, мм	800
Сопротивление секции, кН	8620
Управление кровлей	полное обрушение
Схема работы комбайна	односторонняя
Способ управление секциями	из-под соседней секции
Высота переходной секции крепи, мм	2100–3800
Высота линейной секции крепи, мм	1800–3600

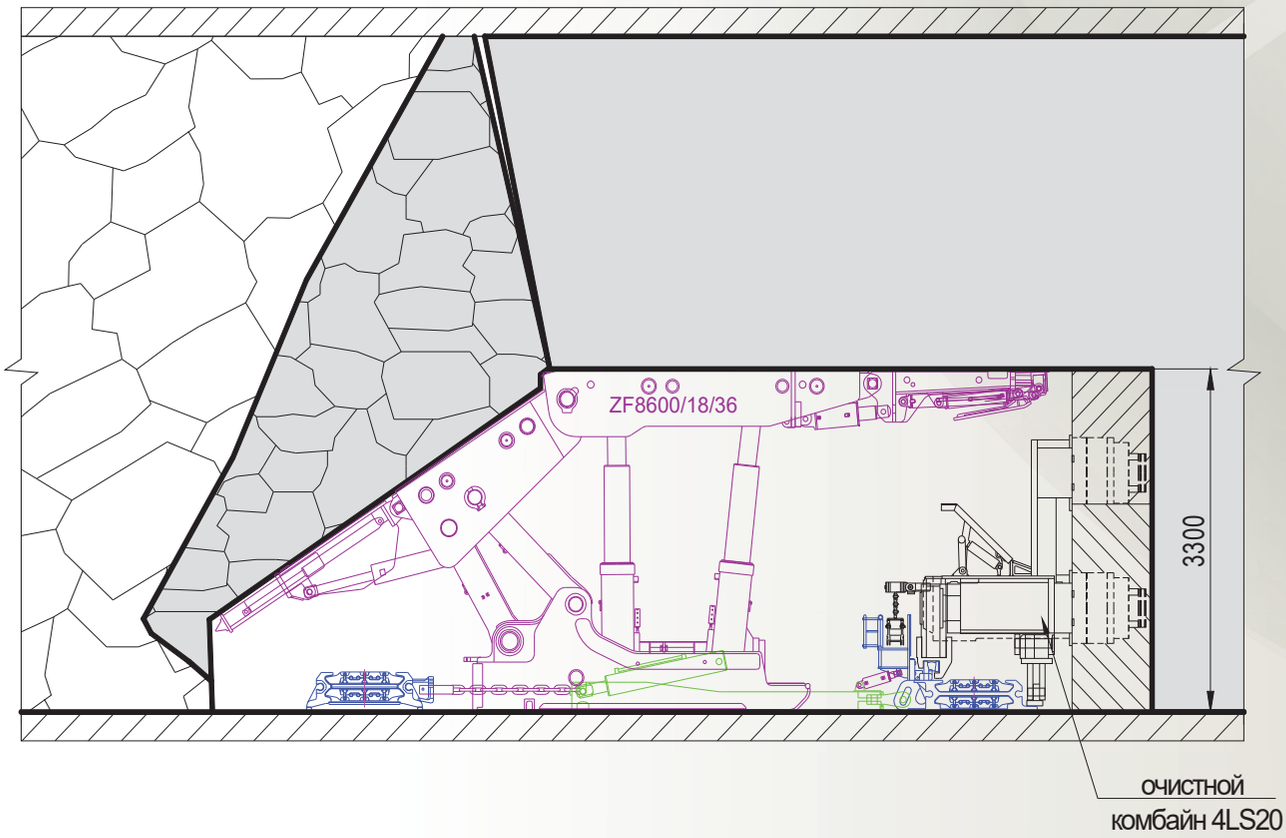


Рис. 3. Механизированный комплекс ZF8600/18/36

Уголь пласта 21 является «Склонным к самовозгоранию». Инкубационный период самовозгорания угля составляет 56 суток.

Нами с целью предупреждения эндогенных пожаров на шахте «Ольжерасская–Новая» разработан комплекс профилактических

мероприятий. С целью его разработки выполнен анализ научных работ и результатов их промышленной проверки в данной области по следующим направлениям:

– выбор наиболее безопасных по фактору эндогенной пожароопасности аэродинамических параметров выемочных участков [1, 2];

– разработка оптимальных технологических схем выемки угля [3];

– использование геофизических методов контроля за пожароопасностью угольного пласта [4];

– изолирование отработанных выемочных участков [5];

– применение подачи инертной пыли, инертной пены и азота в выработанное пространство выемочных участков [6, 7];

– частичное подтопление выработанного пространства [8].

Для борьбы с эндогенными пожарами согласно разработанному комплексу на шахте выполняются следующие мероприятия:

Применяется пожаробезопасная схема проветривания и газоуправления на выемочном участке (рис. 4).

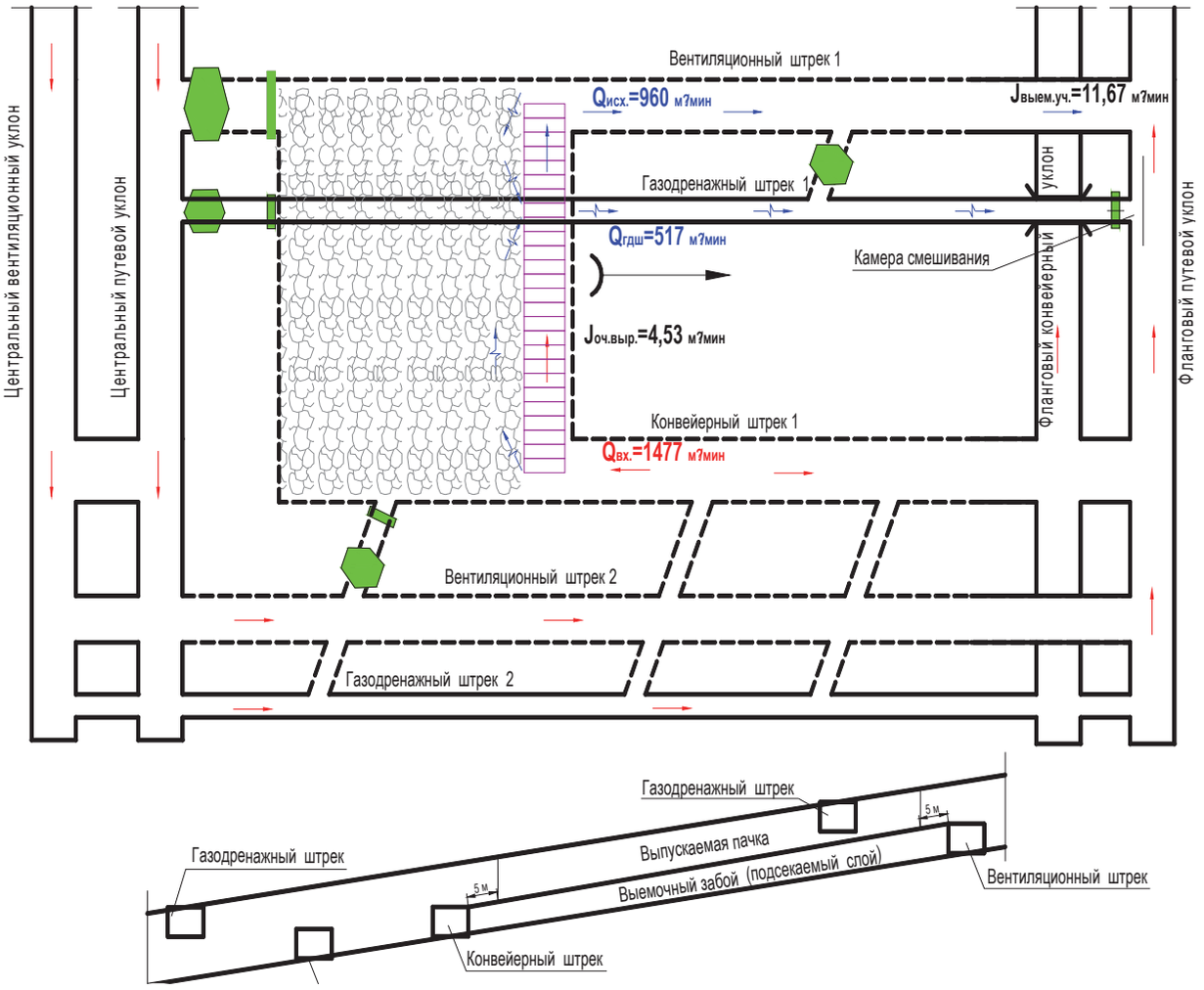


Рис. 4. Применение пожаробезопасной схемы проветривания и газоуправления на выемочном участке

2. Обеспечивается скорость подвигания лав не менее чем 60 м/мес. В случае снижения скорости подвигания менее 60 м/мес. разрабатываются дополнительные меры.

3. Осуществляется контроль над поверхностью отрабатываемых выемочных участков, ликвидируются возникающие аэродинамические связи посредством засыпки провалов.

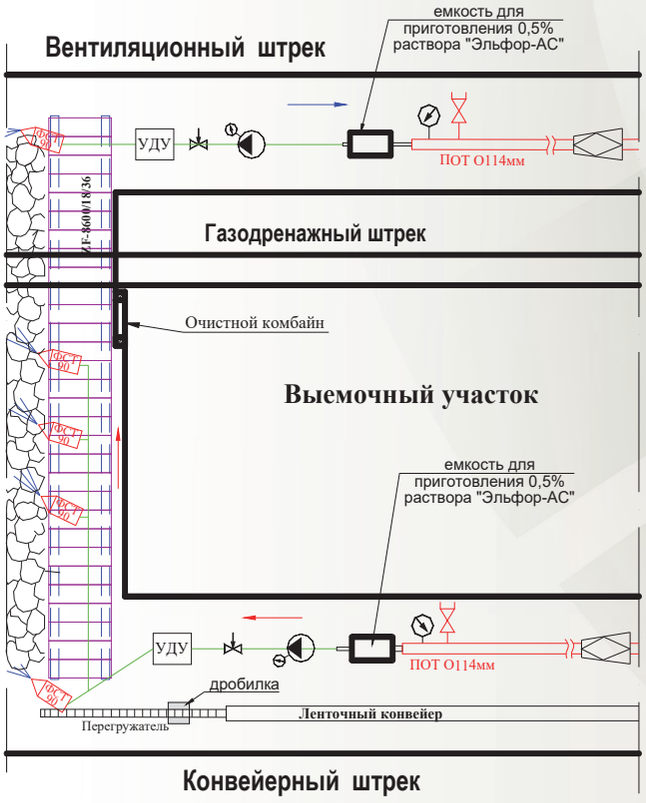
4. Исключается аэродинамическая связь с действующими выработками и снижается содержание кислорода в выработанном пространстве посредством:

• возведения взрывоустойчивых перемычек в сбойках между конвейерным штреком и вентиляционным штреком следующей лавы с обработкой по контуру полимерными смолами (типа Беведол WFA – Беведан, Геофлекс и т. п.);

• устранения аэродинамической связи через целик угля, отделяющий действующие выработки с выработанным пространством, путем проведения предварительного геофизического обследования проницаемости целика и обработки цементной смесью борта действующей выработки;

• возведения взрывоустойчивой перемычки по окончании демонтажа комплекса в газодренажном, вентиляционном, конвейерном штреках со стороны флангового путевого уклона.

5. Повышается влажность подаваемого воздуха и дезактивируется угольная пыль в выработанном пространстве лавы. Данное мероприятие осуществляется за счет подачи омагниченного раствора антипирогена и воды в выработанное пространство лавы (рис. 5) [6].



Условное обозначение

№ п/п	Оборудование	Услов. обозн.	Марка ГОСТ
1	Устройство дезактивации угля	УДУ	
2	Туманообразователь		ФСТ-90
3	Манометр		ГОСТ 2405-88
4	Фильтр штрековый		ФШ-300 (ФШ-200
5	Насосная установка		
6	Вентиль регулир. проходной		
7	Напорный рукав для жидкости		ТУ 38-105-976-76

Рис. 5. Схема подачи омагниченного раствора антипирогена в выработанное пространство

Для этого на конвейерном и вентиляционном штреках, под лавой, установлена емкость. Устройство УДУ (устройство дезактивации угля) (табл. 2) и генератор аэрозолей ФСТ–90 соединяются между собой и с ПОТ (пожарно-оросительный трубопровод) (табл. 3) высоконапорным шлангом.

Таблица 2

Техническая характеристика УДУ

Наименования параметров	Показатель
Рабочий диапазон давления воды в магистральном трубопроводе, МПа (кгс/см^2)	Не менее 0,6 (6,1)
Тип применяемых форсунок	ФСТ–90
Напряженность магнитного поля постоянного магнита, Эрстд	2200–2400
Количество постоянных магнитов, шт.	8
Габаритные размеры в сборе, мм – диаметр – длина	 Не более 120 Не более 350
Масса в сборе, кг	Не более 7,5

Таблица 3

Техническая характеристика ФСТ–90

Наименование параметров	Показатель
Рабочий диапазон давления воды в магистральном трубопроводе, МПа (кгс/см^2)	0,5–4,0 (5–40)
Расход воды при рабочем давлении 5 кгс/см^2, л/мин	2,8–3,0
Минимальная дальнобойность, м	2,5
Форма и структура факела	Сплошной конус с минимальным телесным углом 90°
Габариты, мм: – форсунка туманообразователя – фильтр	 35x45x45 60x225x16
Масса, кг: – без фильтра – с фильтром	 0,3 0,8

Туманообразователь ФСТ–90 под давлением подает омагниченный раствор антипирогена в выработанное пространство лавы с сопряжения конвейерного штрека и из-за секций крепи (рис. 6).

6. Заранее проводится профилактическая обработка угольных целиков, оставляемых в завальной части по вентиляционному и конвейерному штреку, в монтажной и демонтажной камере водными растворами антипирогенов.

Наиболее тщательно обрабатываются наиболее деформированные зоны целика с развитой сетью трещин. В пробуренный шпур вставляется механический герметизатор длиной 0,6 м. Раствор от емкости по высоконапорному шлангу под давлением подается в шпур. Давление замеряется при помощи манометра. Расход подачи антипирогена замеряется при помощи расходомера. Нагнетание антипирогена производится через один шпур или группу шпуров (рис. 6).

При обработке нарушенных целиков угля давление нагнетания должно быть не более 1,5 МПа. Оптимальное давление нагнетания определяется в зависимости от коэффициента удельного поглощения антипирогена углем. Для этого давление нагнетания и объем антипирогена, поданного в шпур за расчетное

время, определяется путем опытной закачки антипирогена в один-два шпура. При этом при обработке ненарушенных целиков угля давление нагнетания должно быть не менее 5 МПа.

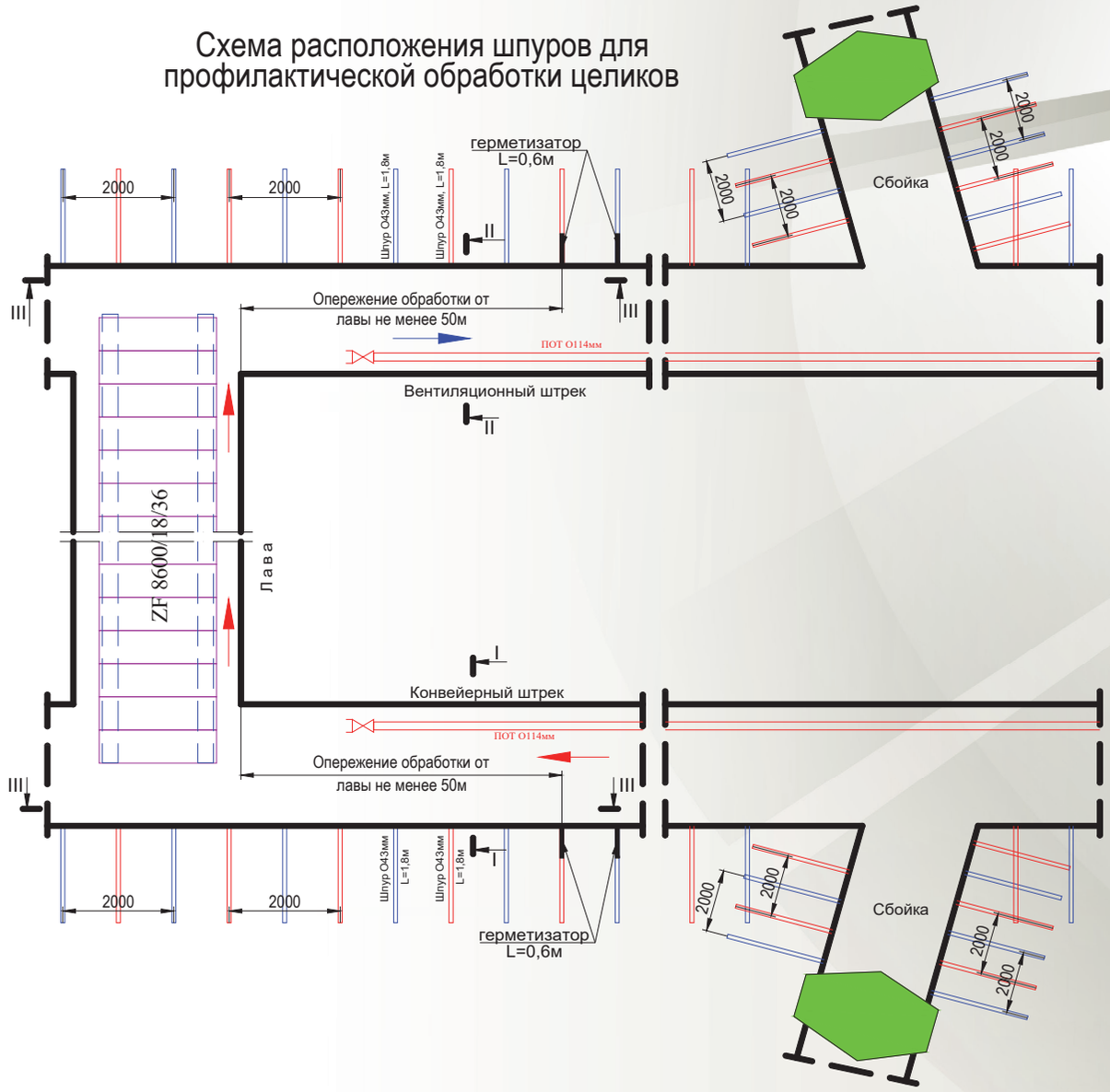


Рис. 6. Схема обработки угольных целиков антипирогенами

Подача раствора прекращается в следующих случаях:

– если в скважину подано расчетное количество воды;

– если пласт больше не принимает воду (происходит увеличение давления воды до величин, близких к условиям возникновения гидроразрыва пласта);

– если произошел прорыв воды через соседние скважины или по кливажным трещинам.

7. Производится подача инертной пыли в спутный поток воздуха с нижнего сопряжения лавы в выработанное пространство (рис. 7).

8. Проводится частичная воздушно-депрессионная съемка с анализом герметичности изолирующих сооружений, напоров, давления, утечек воздуха.

9. При вскрытии очистным забоем не выявленных ранее геологических нарушений необходимо уточнять параметры мероприятий по предупреждению эндогенных пожаров с учетом изменившихся условий ведения горных работ.

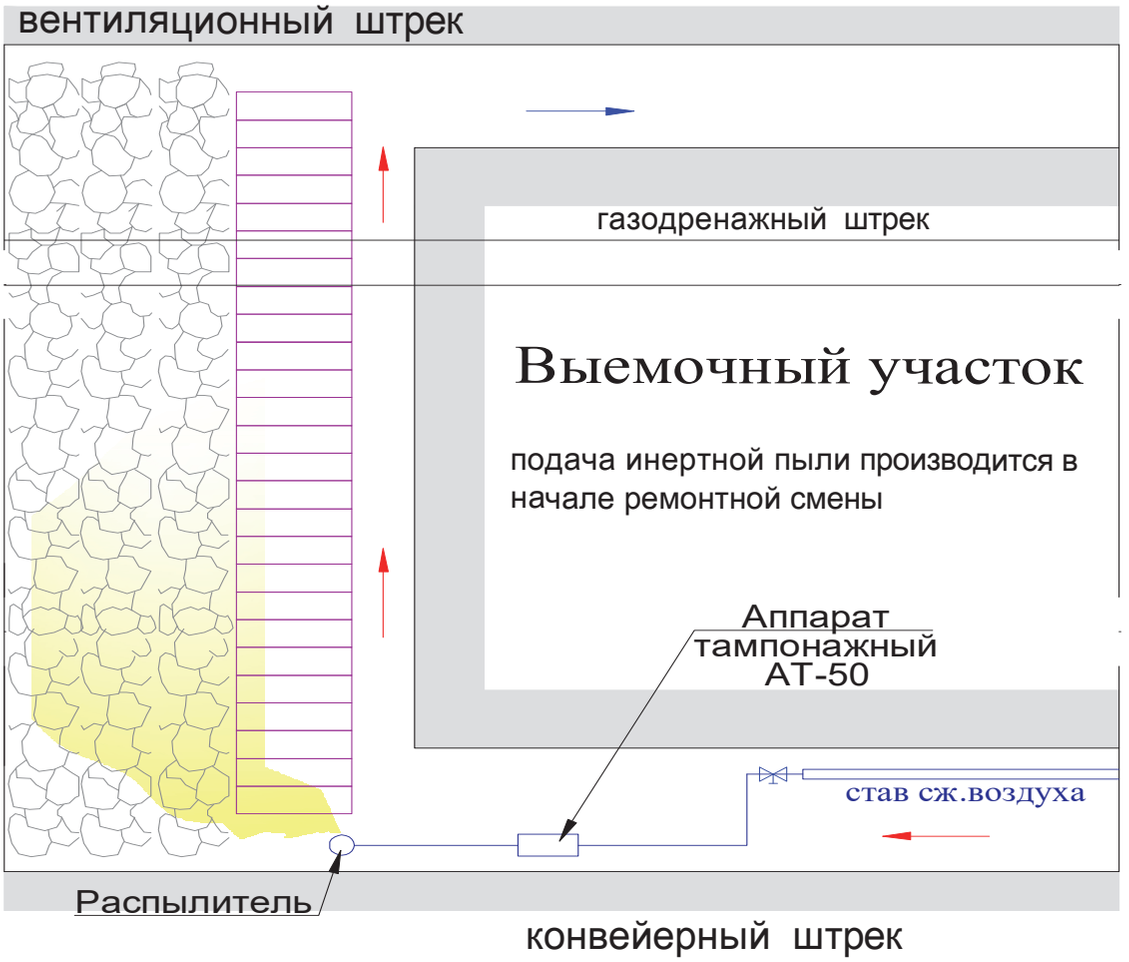


Рис. 7. Схема подачи инертной пыли в спутный поток воздуха с нижнего сопряжения лавы в выработанное пространство

10. Осуществляется контроль текущей эндогенной пожароопасности горных работ (эффективности профилактических мероприятий) по изменению влажности не реже 1 раза в 10 суток.

11. В случае необходимости производится выпуск подкровельной пачки до появления породы с целью уменьшения потерь угля в выработанном пространстве (рис. 8).

12. Нагнетается азот и инертная пена в выработанное пространство выемочного участка лавы. Для этого установлены два трубопровода Ø114 мм в конвейерном штреке по нижнему борту выработки до лавы (рис. 9). Каждый трубопровод перфорируется через 60 м на длину 1,0 м (напротив приводной головки завального конвейера) в шахматном порядке, и при отходе лавы от места перфорации на 30 м производится нагнетание азота в выработанное пространство. При необходимости перфорации трубопровода производится переключение подачи азота на второй трубопровод. Подача азота и инертной пены в выработанное пространство производится по одному из трубопроводов в 30–60 м за секции крепи. Перфорация трубопровода выполняется непосредственно на сопряжении.

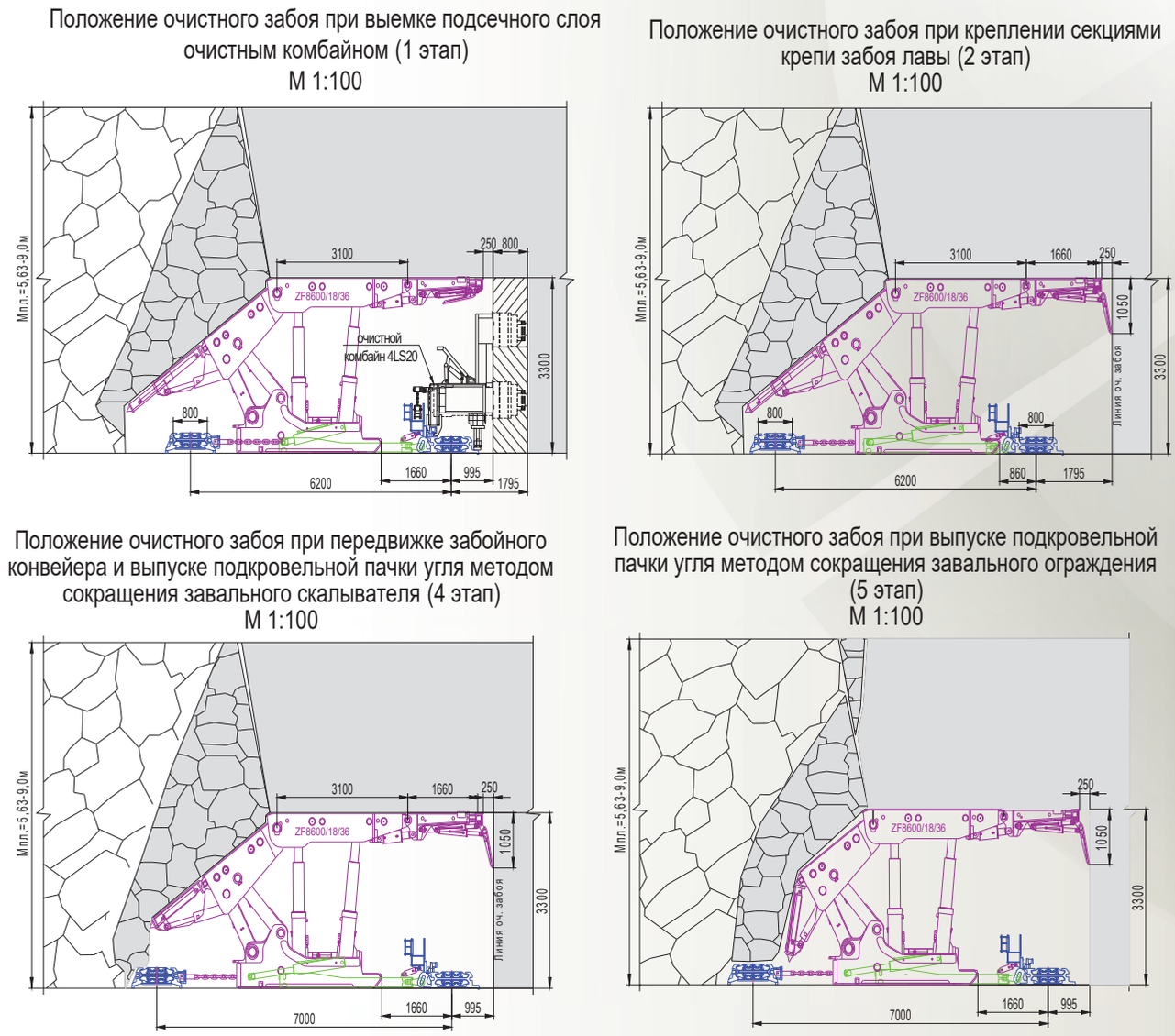
В необходимых случаях нагнетание пены может производиться и с поверхности (рис. 10).

По этому ставу также производится подача инертной пены путем добавления в газообразный азот пенообразователя. Для этого устанавливаются пеногенераторы ГПА–1.

13. Подается инертная пена с поверхности через скважины отсечного ряда, пробуренные с поверхности в выработанное пространство лавы.

14. Снижается утечка воздуха в выработанное пространство лавы посредством:

- возведения вентиляционного сопротивления на сопряжении лавы с конвейерным штреком (между первой секцией и нижним бортом). Вентиляционное сопротивление переносится по мере подвигания лавы;
- проведения работ по посадке кровли вслед за подвиганием очистного комплекса по вентиляционному и конвейерному штрекам в 10–30 м зоне от лавы;
- возведения стенки из заполненных не горючим материалом мешков за секциями механизированной крепи в кутковой части вентиляционного и конвейерного штреков через каждые 10–20 м. На период ремонтно-восстановительных работ и работ по демонтажу комплекса стенки из мешков обрабатываются цементной смесью или смолами типа «Блокфил» со стороны лавы.



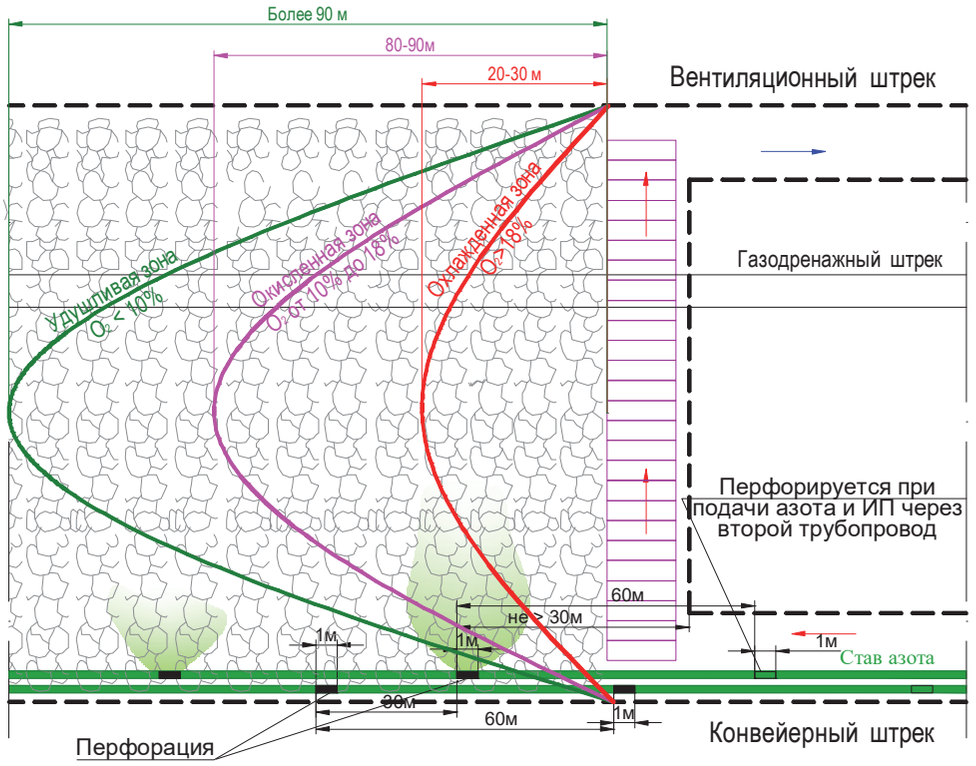
Примечание:
- При дроблении негабаритов с выпуска подкровельной пачки Этапы 4-5 повторяются.

Рис. 8. Выпуск подкровельной пачки для снижения потерь угля в выработанном пространстве

15. Обеспечивается частичное подтопление выработанного пространства выемочного участка со стороны уклонов со свежей струей воздуха (рис. 11).

16. На период ремонтно-восстановительных работ и работ по демонтажу комплекса

обеспечиваются вентиляционные параметры проветривания вентиляционного участка в части эндогенной пожароопасности из расчета подачи для проветривания лавы не более 500 м³/мин.



Подача газообразного азота и инертной пены производится по одному из двух трубопроводов в 30-60м зону за секции крепи. Перфорация тропровода выполняется непосредственно на сопряжении.

Рис. 9. Нагнетание азота и инертной пены в выработанное пространство выемочного участка лавы

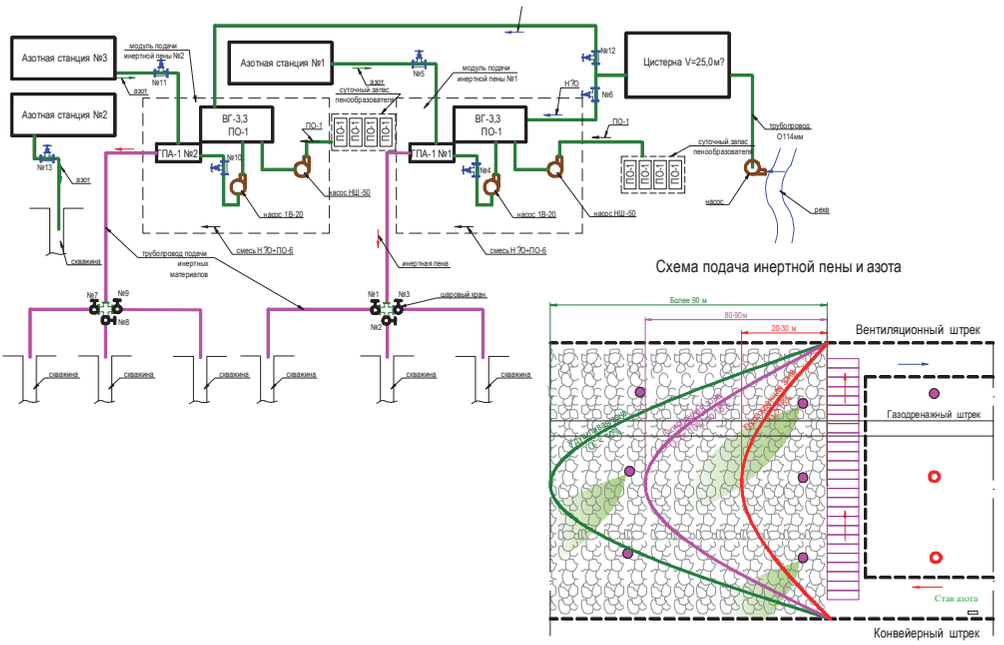


Рис. 10. Схема подключения оборудования для подачи инертной пены в скважины, пробуренные с поверхности

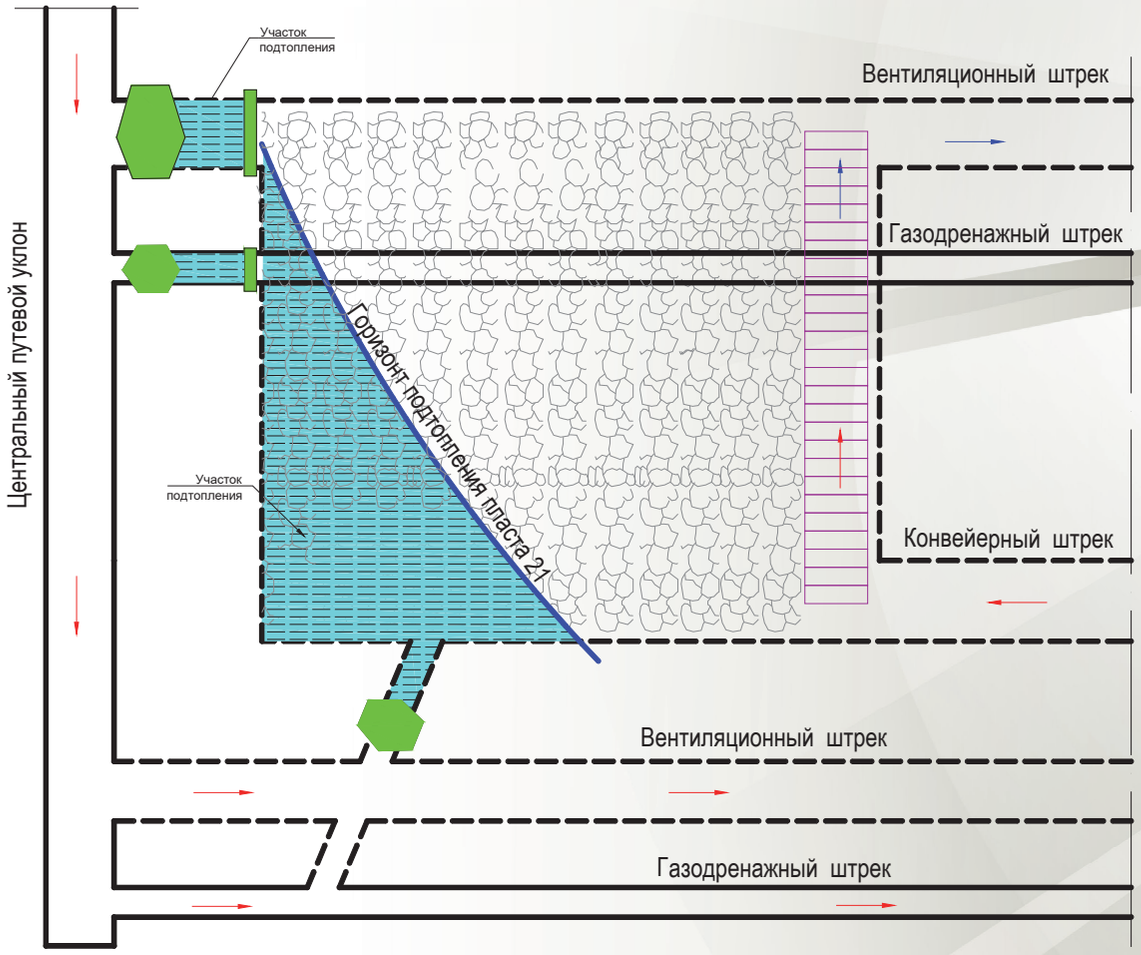


Рис. 11. Частичное подтопление выработанного пространства выемочного участка со стороны уклонов со свежей струей воздуха

16. На период ремонтно-восстановительных работ и работ по демонтажу комплекса обеспечиваются вентиляционные параметры проветривания вентиляционного участка в части эндогенной пожароопасности из расчета подачи для проветривания лавы не более 500 м^3/мин.

Применение описанного выше комплекса противопожарных мероприятий позволяет эффективно бороться с эндогенными пожарами в угольных шахтах и достигать при отработке пластов с самовозгорающимися углями высоких темпов ведения очистных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучков Л.А., Каледина Н.О., Кобылкин С.С. Аэродинамический метод предупреждения эндогенной пожароопасности выработанных пространств угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 12. С. 307–311.

2. Портола В.А. Эндогенная пожароопасность шахт в условиях управления газовыделением средствами вентиляции // Безопасность труда в промышленности. 2006. № 9. С. 32–35.

3. Сидоренко С.А., Сидоренко А.А. Разработка эффективных технологических схем выемки склонных к самовозгоранию мощных пологих пластов угля // Записки Горного института. 2007. Т. 170–1. С. 128–131.

4. Трубицын А.А., Шлапаков П.А., Аксенов В.В., Прокопенко С.А. Применение геофизических методов для борьбы с эндогенными пожарами // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2012. № 1. С. 84–88.

5. Каминский А.Я., Потапов П.В., Макаров Н.В. Оценка эндогенной пожароопасности изолированных отработанных выемочных участков на пологих и наклонных пластах угля // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2008. № 1. С. 11–14.

6. Каминский А.Я., Колыхалов В.В., Шлапаков П.А., Жолудев Е.Р. Очаги самовозгорания угля в целиках и борьба с ними // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2010. № 2. С. 89–93.

7. Портола В.А. Влияние угольной пыли на состав газов и эндогенную пожароопасность шахт // Безопасность труда в промышленности. 2003. № 6. С. 42–44.

8. Син С.А. Компенсация активирующего влияния угольной пыли на эндогенную пожароопасность выемочных полей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 1 (83). С. 26–28.

9. Ли Хи Ун, Шлапаков П.А., Кравченко А.И., Лебедев А.В. О влиянии затопления отработанных выемочных полей на эндогенную пожароопасность угольных шахт // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2013. № 1–2. С. 121–124.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.002
UDC 622.822.22
© S.A. Novoseltsev, 2019

S.A. NOVOSELTSEV
Candidate of Engineering Sciences,
Technical Director
PJSC «Yuzhny Kuzbass» branch –
Management of Underground Coal Mining, Novokuznetsk
e–mail: novoseltsevsa@mail.ru

PREVENTION OF ENDOGENOUS FIRE HAZARDS USING TECHNOLOGY OF WORKING OFF OF POWERFUL LAYERS WITH FREE-FLOW OUTLET OF UPPER LAYER IN THE CONDITIONS OF MINE «OLZHERASSKAYA-NOVAYA»

In article is provided the full complex of actions for prevention of the underground endogenous fires at use of technology of working off of coal layers with release of upper layer in mine «Olzherasskaya-Novaya» allowing to exclude self-ignition of layers and to reach high rates on coal mining in the mechanized clearing faces.

Keywords: ENDOGENOUS FIRE HAZARD, UPPER LAYER, ANTIPYROGENES, MAGNETIC WATER, INERT FOAM, PREVENTIVE DUST, PARTIAL WATERPROOF.

REFERENCES

1. Puchkov L.A., Kaledina N.O., Kobylkin S.S. An aerodynamic method of prevention of endogenous fire hazard of the developed spaces of coal mines. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten [Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)]. 2012. No. 12. P. 307–311. (In Russ.).

2. Portala V.A. Endogenous fire hazard of mines in conditions of gas emission control by means of ventilation. Bezopasnost truda v promyshlennosti [Safety of work in the industry]. 2006. No. 9. P. 32–35. (In Russ.).

3. Sidorenko S.A., Sidorenko A.A. Development of effective technological schemes of dredging of powerful flat layers of coal, inclined to self-ignition. Zapiski Gornogo instituta [Notes of Mining institute]. 2007. V. 170–1. P. 128–131. (In Russ.).

4. Trubitsyn A.A., Shlapakov P.A., Aksenov V.V., Prokopenko S.A. Application of geophysical methods for fight against the endogenous fires. Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti [Bulletin of Scientific center for safety of works in coal industry]. 2012. No. 1. P. 84–88. (In Russ.).

5. Kaminskiy A.YA., Potapov P.V., Makarov N.V. Assessment of endogenous fire hazard of isolated waste excavation areas on flat and inclined coal seams. Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti [Bulletin of Scientific center for safety of works in coal industry]. 2008. No. 1. P. 11–14. (In Russ.).

6. Kaminskiy A.YA., Kolykhalov V.V., Shlapakov P.A., Zholudev Ye.R. Centers of self-ignition of coal in pillars and fight against them. Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti [Bulletin of Scientific center for safety of works in coal industry]. 2010. No. 2. P. 89–93. (In Russ.).

7. Portola V.A. Influence of coal dust on composition of gases and endogenous fire hazard of mines. Bezopasnost truda v promyshlennosti [Safety of work in the industry]. 2003. No. 6. Page 42–44. (In Russ.).

8. Cyn S.A. Compensation of the activating influence of coal dust on endogenous fire danger of extraction fields. Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass state technical university]. 2011. No. 1 (83). P. 26–28. (In Russ.).

9. Li Hee Un, Shlapakov P.A., Kravchenko A.I., Lebedev A.V. About influence of flooding of the fulfilled extraction fields on endogenous fire danger of coal mines. Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti [Bulletin of Scientific center for safety of works in coal industry]. 2013. No. 1–2. P. 121–124. (In Russ.).