

ОЦЕНКА СХЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

С.В. Баловцев

НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: Balovcev@yandex.ru

Аннотация: Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности горных работ, и в особенности аэрологической безопасности при разработке высокогазонасыщенных угольных пластов, склонных к самовозгоранию и горным ударам. Рассмотрена методика оценки схем вентиляции выемочных участков с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий отработки угольных пластов. Методика устанавливает граничные условия применения схем вентиляции высокопроизводительных выемочных участков угольных шахт и позволяет оценить влияние на величину аэрологического риска наличия диагоналей в схеме проветривания выемочного участка, провести сравнение величин аэрологического риска при достижении коэффициента устойчивости диагонали >15 . Достоинством методики является ее возможность оценивать влияние на аэрологический риск таких факторов, как склонность угольных пластов к самовозгоранию и горным ударам, применение различных способов дегазации, применение газоотсасывающих установок, использование газодренажных выработок. Результаты исследований: приведены примеры оценки прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках при различных принятых решениях по управлению газовой выделением, таких как отвод метановоздушной смеси из выработанного пространства с помощью поверхностной газоотсасывающей установки, устанавливаемой у устья газодренажной скважины, пробуренной с поверхности, дегазация выработанного пространства. Применение мероприятий по управлению газовой выделением на участке снижает значение обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска в 3 раза, при этом степень риска уменьшается с большой на малую, что соответствует нормальному уровню безопасности. Методику оценки схем вентиляции следует использовать при проектировании вентиляции, разработке обоснования аэрологической безопасности, разработке плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, построении комплексной системы безопасности на основе риск-ориентированного подхода на угольных шахтах.

Ключевые слова: аэрологическая безопасность, аэрологический риск аварий, диагональные соединения, самовозгорание, горные удары, дегазация, газодренаж, проектирование вентиляции.

Для цитирования: Баловцев С. В. Оценка схем вентиляции с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий отработки угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 6. – С. 173–183. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-173-183.

Assessment of ventilation circuits with regard to geological and geotechnical conditions of coal seam mining

S.V. Balovtsev

National University of Science and Technology «MI SiS», Moscow, Russia, e-mail: Balovcev@yandex.ru

Abstract: The urgent nature of the study is governed by mining safety and, specifically, by aerological security of mining operations in coal seams with high gas content, prone to spontaneous ignition and rockbursting. This article presents the assessment procedure for longwall ventilation circuits with regard to geological and geotechnical mining conditions. The procedure sets limit application ranges for ventilation circuits in high-production longwalls in coal mines, makes it possible to estimate aerological risk due to presence of diagonals in ventilation circuits, and compares aerological risks at the diagonal stability factor >15 . The advantage of the procedure is its ability to estimate such aerological risk factors as tendency of coal seams to spontaneous ignition and rock bursts, degassing techniques, gas-suction plants and gas-drainage roadways. The article gives examples of predictive estimation of aerological risk in longwalls in case of different decision-making on gas emission control techniques such as methane-and-air mixture removal from longwalls using a gas-suction plant installed at the mouth of gas-drainage hole drilled from ground surface, or degassing of mined-out area. The gas emission control in a longwall reduces general predictive value of aerological risk by 3 times, and the risk level lowers down to a safety standard. The ventilation circuit assessment procedure should be applied during ventilation design planning, aerological safety evaluation, accident location and elimination management and construction of integrated coal mine safety system based on the risk-oriented approach in coal mines.

Key words: aerological safety, aerological accident risk, diagonal connections, spontaneous ignition, rock bursts, degassing, gas-drainage, ventilation design planning.

For citation: Balovtsev S. V. Assessment of ventilation circuits with regard to geological and geotechnical conditions of coal seam mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(6):173-183. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-173-183.

Введение

Развитие угольных предприятий происходит в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, таких, как увеличение природной газоносности пластов, увеличение глубины горных работ, деформация пород горного массива, наличие нарушенных участков углепородного массива, усложнение применяемых технологий, приводящих к увеличению газовыделения [1–3]. Недостаточные объемы капитальных вложений в развитие действующих угольных шахт, увеличение производительности, эксплуатация изношенного оборудования приводят к изменению технологии ведения горных работ и возникновению аварийных ситуаций, о чем свидетельствуют материалы технического расследования причин аварий [4]. Решение проблемы обеспечения аэрологической безопасности в соответствии с действующей нормативной базой [5–9] предполагает выполнение комплекса работ, связан-

ных с анализом и оценкой аэрологического риска аварий вследствие отклонения параметров шахтной атмосферы от нормативных значений, с управлением газовыделения посредством обоснованных схем проветривания и дегазации шахт [4, 10–13]. При проведении оценки аэрологических рисков аварий необходимо учитывать аэрологические риски на выемочных участках, а также риски, возникающие вследствие нарушения дегазации, возможного разрушения горных выработок, разрушения воздухорегулирующих сооружений, отказов вентиляторов (в этих случаях для оценки рисков используются частоты, интенсивности и вероятности отказов шахтных вентиляционных систем).

Определенным вкладом в решение проблемы оценки аэрологических рисков аварий следует считать утвержденные Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору руководства по безопасности:

«Методические рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на угольных шахтах» [14] и «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [15] в целях содействия соблюдению требований Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [6].

Следует отметить сложность реализации предлагаемых количественных методов по анализу и оценке рисков аварий [15] и невысокую точность результатов, полученные расчетным путем некоторые показатели риска не могут быть оценены в связи с отсутствием критериев допустимого риска. Необходимо ранжирование степеней опасности аварий по каждому из показателей риска. В руководстве по безопасности [14] оценка риска аварии базируется на выявлении факторов опасности и индексах опасности аварии. Представлен метод весовых коэффициентов на основе экспертных оценок, диапазоны баллов и соответствующие лингвистические уровни риска. Руководства [14, 15] не являются нормативным правовым актом, несут рекомендательный характер.

Методика оценки схем вентиляции выемочных участков с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий

Разработанная нами методика оценки схем вентиляции с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий отработки угольных пластов не противоречит вышеприведенным руководствам [14, 15], предназначена для персонала угольных шахт, а также организаций, осуществляющих проектирование вентиляции.

При разработке методики оценки аэрологического риска аварий на выемочных участках за основу были приняты прин-

ципы квалиметрии, как наиболее полно учитывающие различные факторы.

Исходя из анализа состояния аэрологической безопасности в угольной промышленности России, распределения количества взрывов газа и пыли, произошедших на угольных шахтах за последние 25 лет, в зависимости от способов вентиляции, схем проветривания и схем вентиляции шахт и выемочных участков, на действующих угольных шахтах необходима систематическая организация оценки аэрологического риска аварий для принятия обоснованных решений по вентиляционно-дегазационному режиму [16–18].

Методику оценки схем вентиляции следует также использовать при разработке обоснования аэрологической безопасности [19], при разработке плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, при построении комплексной системы безопасности на основе риск-ориентированного подхода на угольных шахтах.

Методика устанавливает:

- области применения типовых схем вентиляции выемочных участков угольных шахт при определенных горно-геологических и горнотехнологических условиях на основании оценки аэрологического риска аварий на выемочных участках;
- порядок принятия решений по снижению аэрологического риска в соответствии с установленной величиной коэффициента аэрологического риска.

Оценку аэрологического риска рекомендуется проводить при выборе схем проветривания высокопроизводительных выемочных участков.

Методика позволяет установить граничные условия для каждой схемы проветривания выемочного участка.

Оценка аэрологического риска аварий на выемочном участке учитывает фоновые (газоносность, фильтрационно-коллекторские свойства, пылеобразующая

способность, прочностные характеристики пласта и вмещающих пород) и системные (газообильность участка, нагрузка на очистной забой, скорость подвигания очистного забоя, топологические и аэродинамические параметры схем вентиляции участка) факторы обработки угольных пластов. Предусмотрена дифференциация мероприятий по предотвращению аварий (чрезвычайных ситуаций) в зависимости от степени аэрологического риска на выемочных участках угольных шахт. При значении риска $>0,5$ возникает аварийная ситуация, работа очистного забоя в проектном режиме недопустима, необходимы введения ограничений по режиму угледобычи или изменения в вентиляционно-дегазационном режиме [4], применение комплексных методов снижения пылевой и газовой опасностей [20, 21].

В работах [10, 11, 16, 17] приводятся варианты изменения планов ведения горных работ, технологической схемы выемки угля с целью исключения диагональных соединений. Методика позволяет оценить влияние на величину аэрологического риска наличия диагонали в схеме проветривания выемочного участка, провести сравнение величин аэрологического риска при отсутствии диагонали или при условии достижения коэффициента устойчивости >15 .

Обобщенный показатель прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках угольных шахт позволяет учитывать влияние на риск таких факторов, как склонность угольных пластов к самовозгоранию и горным ударам, применение различных способов дегазации, применение газоотсасывающих установок, использование газодренажных выработок [4].

Обобщенный показатель прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках угольных шахт рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = R_a + R_a k_1 + R_a k_2 - R_a k_3 - R_a k_4 - R_a k_5, \quad (1)$$

$$R_a = \lambda v_y, \quad (2)$$

где λ — коэффициент опасности возникновения аварии, обусловленной фоновыми факторами; v_y — коэффициент уязвимости схем вентиляции выемочного участка, обусловленной системными факторами; k_1 — поправочный коэффициент, учитывающий склонность угольных пластов к самовозгоранию, $k_1 = 0,1$; k_2 — поправочный коэффициент, учитывающий склонность к горным ударам, $k_2 = 0,04-0,06$; k_3 — поправочный коэффициент, учитывающий применение дегазации, $k_3 = 0,15-0,6$; k_4 — поправочный коэффициент, учитывающий применение газоотсасывающих установок, $k_4 = 0,08$; k_5 — поправочный коэффициент, учитывающий использование газодренажных выработок, $k_5 = 0,12$.

Значения поправочных коэффициентов получены методом экспертных оценок, достоверность значений подтверждена высокими значениями коэффициента конкордации при оценке согласия мнений экспертов.

Методика позволяет осуществлять прогнозирование аэрологического риска на выемочном участке, оценить эффективность применения схем проветривания с использованием газодренажных выработок, оценить влияние дегазации выработанного пространства на величину аэрологического риска.

Установленные в методике диапазоны изменения прогнозного значения аэрологического риска позволяют практически увязать степень риска аварии с качественными характеристиками уровня аэрологической безопасности, определяемыми горно-геологическими и горнотехническими условиями.

В рамках научно-исследовательской работы на тему «Разработка научно обоснованных предложений по управлению

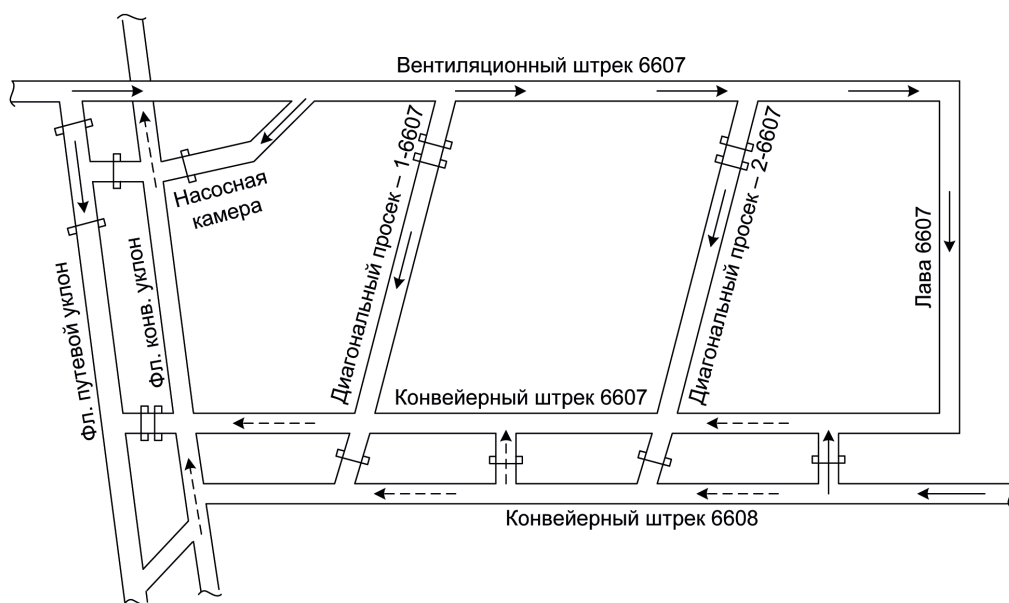


Рис. 1. Схема проветривания выемочного участка 6607 пласта 66 шахты «Талдинская — Западная 1»
 Fig. 1. Scheme of ventilation of the excavation section 6607 of reservoir 66 of the mine «Taldinskaya — Zapadnaya 1»

газовыделением очистных и проходческих забоев угольных шахт на основе комплексного учета эффективности извлечения метана системами вентиляции и дегазации» на кафедре «Безопасность и экология горного производства» Горного института НИТУ «МИСиС» была произведена оценка схем проветривания выемочных участков. Результаты оценки схем проветривания и результаты расчетов аэрологического риска выемочных участков подтверждают принятые технические решения по управлению газовой выделением, которые позволяют изменить степень аэрологического риска с большой на малую, что соответствует нормальному уровню безопасности.

Примеры оценки прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках

Приведем примеры оценки прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках при разработке пластов, склонных к самовозгоранию и

горным ударам, при различных способах управления газовой выделением.

Рассчитаем значения аэрологического риска для шахты «Талдинская-Западная 1». Категория шахты по метану — первая. Относительная газообильность шахты — $1,43 \text{ м}^3/\text{т}$ и абсолютная — $9,32 \text{ м}^3/\text{мин}$. Шахта опасна по взрывчатости угольной пыли. Пласты склонны к самовозгоранию: пласт 68 (49 сут), пласт 66 (62 сут), пласт 67 (60 сут). Опасность по горным ударам: пласт 66 угрожаемый с глубины 200 м; пласт 67 угрожаемый с глубины 240 м.

Для выемочного участка 6607 пласта 66 (рис. 1) принята комбинированная схема проветривания с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства с помощью поверхностной газоотсасывающей установки (ГОУ). В качестве ГОУ предусматривается использование вакуум-насосной установки, оборудованной вакуум-насосами RBS-240 и 2ВВН-150, устанавливаемыми у устья газодренажной скважины, про-

буренной с поверхности. Отвод метановоздушной смеси предусматривается по газопроводу диаметром 477 мм, проложенному по конвейерному штреку 6608 и подключенному к сбоечным скважинам позади лавы.

Газопровод прокладывается до газодренажной скважины ($d = 500$ мм, $L = 128$ м), пробуренной с поверхности.

Каптаж метановоздушной смеси из выработанного пространства предусматривается вертикальными скважинами в купол обрушения при помощи поверхностной передвижной дегазационной установки, оборудованной вакуум-насосами 2ВВН-50.

Приведем значения коэффициента аэрологического риска R_a и обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска Q_{np} для схемы проветривания выемочного участка 6607 (табл. 1).

Из данных табл. 1 следует, что для условий участка 6607 при удельном пылевыведении 400–700 г/т расчетное значение аэрологического риска R_a составило 0,228. Применение мероприятий по управлению газовой выделением на этом участке таких, как отвод метановоздушной смеси из выработанного простран-

ства с помощью поверхностной газоотсасывающей установки, устанавливаемой у устья газодренажной скважины, пробуренной с поверхности, снижает значение аэрологического риска R_a до величины $Q_{np} = 0,1049$, т.е. в 2,17 раза.

Если коэффициент устойчивости диагональных просеков 1 и 2 лавы 6607 больше 15, то значение коэффициента аэрологического риска R_a снижается до величины 0,163 (табл. 2), т.е. в 1,4 раза ($0,228/0,163$). Применение вышеуказанных мероприятий по управлению газовой выделением на участке 6607 еще более уменьшает значение коэффициента аэрологического риска R_a , которое в этом случае равно 0,075, что соответствует высокому уровню безопасности.

Исходя из результатов расчетов, при принятых решениях по управлению газовой выделением обобщенный показатель прогнозного значения аэрологического риска Q_{np} уменьшается в 3,04 раза ($0,228/0,075$).

Рассчитаем значения аэрологического риска для шахты им. В.Д. Ялевского. Категория шахты по метану — сверхкатегорная. Относительная газообильность шахты — 18,4 м³/т и абсолютная — 163,7 м³/мин. Шахта опасна по взрыв-

Таблица 1

Значения коэффициента аэрологического риска и обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска для выемочного участка 6607
The values of the upper-air risk coefficient and the generalized indicator of the predicted value of the upper-air risk for excavation section 6607

Удельное пылевыведение, г/т	Коэффициент аэрологического риска R_a	Обобщенный показатель прогнозного значения аэрологического риска Q_{np}
до 50	0,105	0,0483
50–100	0,14	0,0644
100–150	0,175	0,0805
150–250	0,193	0,0888
250–400	0,21	0,0966
400–700	0,228	0,1049
700–1200	0,245	0,1127
более 1200	0,263	0,1210

Таблица 2

Значения коэффициента аэрологического риска для выемочного участка 6607 при коэффициенте устойчивости диагонали >15
The values of the upper-air risk coefficient for the excavation section 6607 with a diagonal stability factor of > 15

Удельное пылевыведение, г/т	Коэффициент аэрологического риска R_a
до 50	0,075
50–100	0,1
100–150	0,125
150–250	0,138
250–400	0,15
400–700	0,163
700–1200	0,175
более 1200	0,188

частоты угольной пыли. Пласты склонны к самовозгоранию: пласт 52 (48 сут), пласт 50 (56 сут). Опасность по горным ударам: пласт 52 — угрожаемый с глубины 180 м; пласт 50 — угрожаемый с глубины 220 м. Опасность по внезапным выбросам — пласты, угрожаемые с глубины 430 м.

Для выемочного участка 5212 пласта 52 (рис. 2) принята комбинированная схема проветривания с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью поверхностных газоотсасывающих установок. К управлению газовыделением относятся дегазация выработанного пространства и изо-

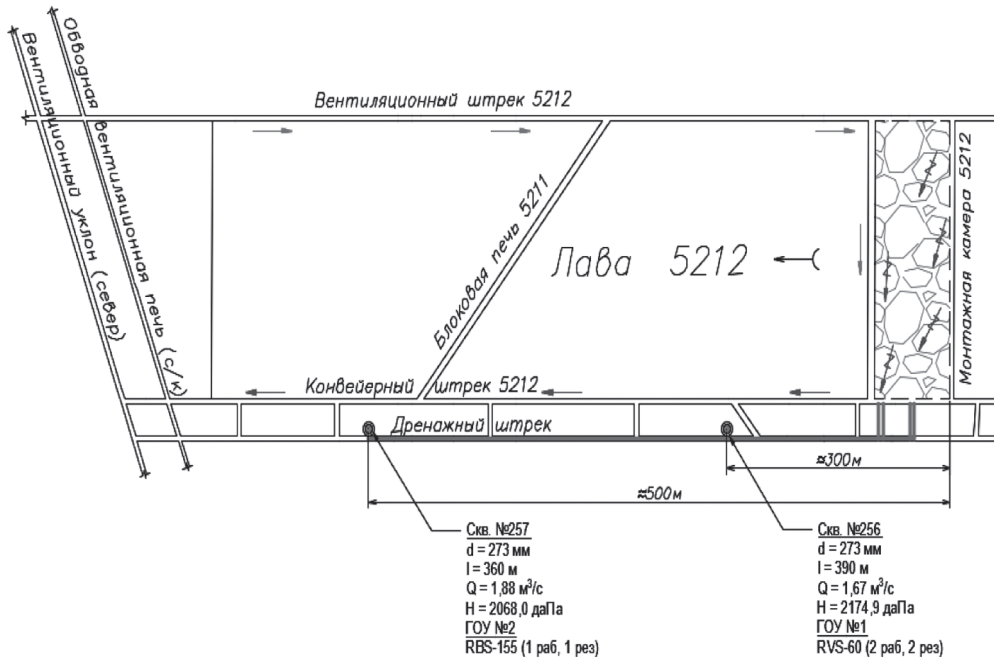


Рис. 2. Схема проветривания выемочного участка 5212 пласта 52 шахты им. В.Д. Ялевского
 Fig. 2. Scheme of ventilation of the excavation section 5212 of reservoir 52 of the mine them. V.D. Yalvskoy

Таблица 3

Значения коэффициента аэрологического риска и обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска для выемочного участка 5212
The values of the upper-air risk coefficient and the generalized indicator of the predicted value of the upper-air risk for excavation section 5212

Удельное пылевыведение, г/т	Коэффициент аэрологического риска R_a	Обобщенный показатель прогнозного значения аэрологического риска $Q_{пр}$
до 50	0,325	0,1105
50–100	0,35	0,119
100–150	0,375	0,1275
150–250	0,388	0,1319
250–400	0,4	0,136
400–700	0,413	0,1404
700–1200	0,425	0,1445
более 1200	0,438	0,1489

лированный отвод метана из кутка лавы через сбоечные скважины.

Приведем значения коэффициента аэрологического риска R_a и обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска $Q_{пр}$ для схемы проветривания выемочного участка 5212 (табл. 3). Исходя из результатов расчетов (табл. 3), при принятых решениях по управлению газовой выделением, эффективной дегазации выработанного пространства, значение аэрологического риска уменьшается в 2,95 раза (0,413/0,1404), т.е. степень риска меняется с большой на малую, что соответствует нормальному уровню безопасности.

Заключение

Методика оценки прогнозного значения аэрологического риска на выемочных участках устанавливает граничные условия применения схем вентиляции высокопроизводительных выемочных участков угольных шахт. Достоинством методики является ее возможность оценивать влияние на аэрологический риск таких факторов, как склонность угольных пластов к самовозгоранию и горным ударам, применение различных способов дегазации, применение газоотсасыва-

ющих установок, использование газодренажных выработок. В результате прогнозирования аэрологической безопасности производится контроль ситуации, чтобы своевременно принять решения по управлению газовой выделением.

Выводы

1. Применение мероприятий по управлению газовой выделением на выемочном участке таких, как отвод метановоздушной смеси из выработанного пространства с помощью поверхностной газоотсасывающей установки, устанавливаемой у устья газодренажной скважины, пробуренной с поверхности, снижает значение аэрологического риска в 2,17 раза.

2. Если коэффициент устойчивости диагональных выработок больше 15, то значение коэффициента аэрологического риска снижается в 1,4 раза. Дополнительное применение мероприятий по управлению газовой выделением на участке снижает значение обобщенного показателя прогнозного значения аэрологического риска в 3 раза, при этом степень риска меняется с большой на малую, что соответствует нормальному уровню безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сластинов С. В., Коликов К. С., Ермак Г. П., Ютяев Е. П. Решение проблемы безопасности угледобычи в долгосрочной программе развития отрасли // Горный журнал. — 2015. — № 4. — С. 46—49. DOI: 10.17580/gzh.2015.04.08.
2. Решетняк С. Н., Максименко Ю. М. Анализ материалов упрочнения нарушенных участков углеродного массива при ведении выемочных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 11. — С. 39—45. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-39-45.
3. Kaledina N. O., Kobylkin S. S. Ventilation of blind roadways in coal mines: Problems and solutions // Eurasian Mining 2015 (2), pp. 26—30.
4. Малышев Ю. Н., Худин Ю. Л., Васильчук М. П. Проблемы разработки метаноносных пластов в Кузнецком угольном бассейне. — М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. , 463 p.
5. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Минуглепром СССР, 15.08.1989.
6. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 № 550 (ред. от 31.10.2016) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах».
7. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт (ВНТП 1-86). Минуглепром СССР, 31.03.1986.
8. Нормативные требования по применению способов и схем проветривания угольных шахт. Приказ Ростехнадзора от 31.05.2011 № 262 (зарегистрирован Минюстом России 13.07.2011, рег. № 21342).
9. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок (с изменениями). Приказы Ростехнадзора от 01.12.2011 № 680 (зарегистрирован Минюстом России 29.12.2011, рег. № 22815).
10. L van den Berg, L van den Berg, Marx W. M., Thomson C. Development and integration of ventilation simulation tools for colliery ventilation practice / 12th North American Mine Ventilation Symposium 2008. Wallace (ed).
11. Thakur P. C. Optimum width of longwall faces in highly gassy coal mines. Part II / 12th North American Mine Ventilation Symposium. 2008. Wallace (ed).
12. Wierzbiki M. The Relationship between rock fracturing and methane inflow into the drainage holes on the basis of coal mine measurements // Arch Min. Sci., 2013. Vol. 58, no 1, pp. 21—36.
13. Пучков Л. А., Каледина Н. О., Кобылкин С. С. Системные решения обеспечения мета-безопасности угольных шахт. // Горный журнал. — 2014. — № 5. — С. 12—14.
14. Приказ Ростехнадзора от 05.06.2017 № 192 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на угольных шахтах».
15. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
16. Craig R., J. Daniel Stinnette Coal mine ventilation efficiency: a comparison of us coal mine ventilation systems // Arch. Min. Sci., 2016. Vol. 35, no 1, pp. 1—3.
17. Lihong Zhou Numerical modeling of the effect of underground mine fires on conditions of refuge alternatives / 16th North American Mine Ventilation Symposium Colorado USA. 2017, pp. 259—266.
18. Nicholas Kapea, Benjamin Goertz Development of mine dust sampling device for use in underground coal mines. 16th North American Mine Ventilation symposium. Colorado USA. 2017. pp. 267—273.
19. Приказ Ростехнадзора от 15.07.2013 № 306 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта».
20. Скопинцева О. В., Вертинский А. С., Иляхин С. В., Савельев Д. И., Прокопович А. Ю. Обоснование рациональных параметров обеспыливающей обработки угольного массива в шахтах // Горный журнал. — 2014. — № 5. — С. 17—20.
21. Скопинцева О. В., Ганова С. Д., Демин Н. В., Папичев В. И. Комплексный метод снижения пылевой и газовой опасностей в угольных шахтах // Горный журнал. — 2018. — № 11. — С. 97—100. DOI: 10. 17580/gzh.2018.11.18. **ПИАБ**

REFERENCES

1. Slastunov S. V., Kolikov K. S., Ermak G. P., Yutyaev E. P. Solving the problem of coal mining safety in the long-term development program of the industry. *Gornyy zhurnal*. 2015, no 4, pp. 46–49. DOI: 10.17580/gzh.2015.04.08. [In Russ].
2. Reshetnyak S. N., Maksimenko Yu. M. Analysis of the materials of hardening of damaged areas of the coal-bearing massif in the course of excavation work. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018, no 11, pp. 39–45. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-39-45. [In Russ].
3. Kaledina N. O., Kobylkin S. S. Ventilation of blind roadways in coal mines: Problems and solutions. *Eurasian Mining* 2015 (2), pp. 26–30.
4. Malyshev Yu. N., Khudin Yu. L., Vasil'chuk M. P. Problemy razrabotki metanonosnykh plastov v Kuznetskom ugol'nom bassejne [Problems of development of methane-bearing layers in the Kuznetsk coal basin], Moscow, Izd-vo Akademii gornyykh nauk, 1997, 463 p.
5. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugol'nykh shakht* [Guidelines on coal mine ventilation design], Minugleprom SSSR, 15.08.1989. [In Russ].
6. *Prikaz Rostekhnadzora ot 19.11.2013 № 550 (red. ot 31.10.2016) «Ob utverzhdenii Federal'nykh norm i pravil v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh»* [Federal Industrial Safety Code: Safety regulations for coal mines. Rosgortekhnadzor Order No. 550 dated November 19, 2013]. [In Russ].
7. *Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya ugol'nykh i slantsevnykh shakht (VNTP 1-86)* [Standards of coal and schist mine design (VNTP 1–86), USSR Ministry of Coal Mining Industry, March 31, 1986. [In Russ].
8. *Normativnye trebovaniya po primeneniyu sposobov i skhem provetrivaniya ugol'nykh shakht. Prikaz Rostekhnadzora ot 31.05.2011 № 262 (zaregistrirovannyy Minyustom Rossii 13.07.2011, reg. no 21342)* [Standards for application of ventilation methods and configurations in coal mines. Ros-gortekhnadzor Order No. 262 dated May 31, 2011 (registered by the Ministry of Justice of Russia, reg. No. 21342 dated Jul 13, 2011)]. [In Russ].
9. *Instruktsiya po primeneniyu skhem provetrivaniya vyemochnykh uchastkov shakht s izolirovannym otvodom metana iz vyrabotannogo prostranstva s pomoshch'yu gazoosasyvayushchikh ustanovok (s izmeneniyami). Prikazy Rostekhnadzora ot 01.12.2011 № 680 (zaregistrirovannyy Minyustom Rossii 29.12.2011, reg. no 22815)* [Guidelines on application of ventilation configurations in coal mine areas with isolated methane release from mined-out void using gas-suction plants (amended). Ros-gortekhnadzor Order No. 680 dated Dec 1, 2011 (registered by the Ministry of Justice of Russia, reg. No. 22815 dated Dec 29, 2011)]. [In Russ].
10. L van den Berg, L van den Berg, Marx W. M., Thomson C. Development and integration of ventilation simulation tools for colliery ventilation practice. *12th North American Mine Ventilation Symposium* 2008. Wallace (ed).
11. Thakur P. C. Optimum width of longwall faces in highly gassy coal mines. Part II. *12th North American Mine Ventilation Symposium*. 2008. Wallace (ed).
12. Wierzbiki M. The Relationship between rock fracturing and methane inflow into the drainage holes on the basis of coal mine measurements. *Arch Min. Sci.*, 2013. Vol. 58, no 1, pp. 21–36.
13. Puchkov L. A., Kaledina N. O., Kobylkin S. S. System solutions to ensure methane safety of coal mines. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 5, pp. 12–14. [In Russ].
14. *Prikaz Rostekhnadzora ot 05.06.2017 № 192 «Ob utverzhdenii Rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariyy na ugol'nykh shakhtakh»* [Approval of Safety Guides: Guidelines for conducting hazard analysis and risk assessment of accidents in coal mines]. [In Russ].
15. *Prikaz Rostekhnadzora ot 11.04.2016 № 144 «Ob utverzhdenii Rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariyy na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh»* [Approval of Safety Guides: Methodical framework for hazard analysis and accident risk assessment at dangerous production objects]. [In Russ].
16. Craig R., J. Daniel Stinnette Coal mine ventilation efficiency: a comparison of us coal mine ventilation systems. *Arch. Min. Sci.*, 2016. Vol. 35, no 1, pp. 1–3.
17. Lihong Zhou Numerical modeling of the effect of underground mine fires on conditions of refuge alternatives. *16th North American Mine Ventilation Symposium Colorado USA*. 2017. pp. 259–266.
18. Nicholas Kapea, Benjamin Goertz Development of mine dust sampling device for use in underground coal mines. *16th North American Mine Ventilation Symposium. Colorado USA*. 2017. pp. 267–273.

19. *Prikaz Rostekhnadzora ot 15.07.2013 № 306 «Ob utverzhdenii Federal'nykh norm i pravil v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Obshchie trebovaniya k obosnovaniyu bezopasnosti opasnogo proizvodstvennogo ob"ekta»* [Approval of the Federal Industrial Safety Code: General requirements for safety evaluation at a hazardous production object. Rosgortekhnadzor Order No. 306 dated Jul 15, 2013]. [In Russ].

20. Skopintseva O.V., Vertinskiy A.S., Ilyakhin S.V., Savel'ev D.I., Prokopovich A.Yu. Validation of rational de-sign for in-mine dust arresting treatment of coal. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 5, pp. 17–20. [In Russ].

21. Skopintseva O.V., Ganova S.D., Demin N.V., Papichev V.I. Comprehensive method of reducing dust and gas hazards in coal mines. *Gornyy zhurnal*. 2018, no 11, pp. 97–100. DOI: 10.17580/gzh.2018.11.18. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Баловцев Сергей Владимирович — кандидат технических наук, доцент, МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: Balovcev@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

S.V. Balovtsev, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia, e-mail: Balovcev@yandex.ru.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОРГАНИЗАЦИЯ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

(2019, СВ 8, 20 с.)

Артеменко Сергей Иванович — начальник отдела, ООО «УГМК — ХОЛДИНГ ПАО «Гайский ГОК» Подземный рудник, e-mail: ser.artemenko2013@yandex.ru,

Жантлислова Екатерина Анатольевна — канд. экон. наук, доцент, декан факультета, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», e-mail: eajantlisova@mail.ru.

Проблемы мотивации работников предприятий остаются в настоящее время очень актуальными, так как от правильно разработанных систем мотивации зависят результаты деятельности предприятий, особенно при внедрении в производство инновационных технологий и мероприятий научно-технического прогресса. Приведен обзор аналитической литературы по выбранной тематике. Обозначены особенности мотивации персонала на крупных промышленных предприятиях. Представлен опыт ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» относительно поощрения персонала.

Ключевые слова: персонал, мотивации персонала, премирование, ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат».

ORGANIZATION OF PERSONNEL MOTIVATION IN LARGE INDUSTRIAL ENTERPRISES

S.I. Artemenko, Head of Department, ООО «UGMK-Holding» PAO «Gaiskiy GOK» Underground mine, 462631, Guy, Orenburg region, Russia, e-mail: ser.artemenko2013@yandex.ru.

E.A. Zhantlisova, Cand. Sci. (Econ.), Assistant Professor, Dean, Novotroitsk branch, National University of Science and Technology «MISiS», 462359, Novotroitsk, Orenburg region, Russia, e-mail: eajantlisova@mail.ru.

Marked relevance improve motivation of employees. Noted weak motivation of the personnel in our country. The confirmation that the motivation is not a simple matter, represented the point of view of different authors. Features of motivation of the personnel of large companies, marked indicators (conditions) bonus payments. In a reaffirmation of the importance of combining material and moral incentives, describes the experience of the PAO «Gaysky GOK».

Key word: staff, staff motivation, bonus, PAO «Gaisky Mining and Processing Plant».