

Разработка и подбор безопасной схемы управления метановыделением при отработке пласта K_{10} и подработке пласта K_{12} на шахте «Абайская»

С. Б. Алиев^{1✉}, В. Ф. Демин², Н. А. Милетенко¹,
В. Н. Долгонос², Р. Б. Хуснутдинов²

¹ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н. В. Мельникова» Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

²Карагандинский технический университет (КарТУ) имени А. Агинова, г. Караганда, Казахстан
✉ alsamat@gmail.com

Резюме. Рассмотрены существующие способы и примеры разработки новых, более эффективных способов дегазации угольных пластов на шахте «Абайская» Карагандинского угольного бассейна. Высокая метаносность угольных пластов служит главным сдерживающим фактором увеличения добычи. Дегазация снижает метановыделение на выемочном участке, а вентиляция обеспечивает разбавление метановоздушных потоков до безопасных концентраций. Применение газодренажных выработок при дегазации пластов становится экономически оправданным ввиду их высокой эффективности.

Ключевые слова: угольный пласт, вентиляция, дегазация, горная выработка, лава, газодренажная выработка, слой песчаника

Для цитирования: Алиев С.Б., Демин В.Ф., Милетенко Н.А., Долгонос В.Н., Хуснутдинов Р.Б. Разработка и подбор безопасной схемы управления метановыделением при отработке пласта K_{10} и подработке пласта K_{12} на шахте «Абайская». *Маркшейдерия и недропользование*. 2026;26(1):20-25. <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-1-20-25>.

Development and selection of a safe control scheme for methane emissions during K_{10} and K_{12} formation on “Abayskaya” coal mine

S. B. Aliev^{1✉}, V. F. Demin², N. A. Miletchenko¹,
V. N. Dolgonosov², R. B. Khusnutdinov²

¹Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

²A. Saginov Karaganda Technical University (KarTU, Karaganda, Kazakhstan
✉ alsamat@gmail.com

Resume. The article discusses existing methods and examples of developing new, more effective methods for gas extraction coal seams at the «Abayskaya» mine in the Karaganda coal basin. The high methane content of coal seams is the main obstacle to increasing production. Gas extraction coal seams reduces methane emissions in the mining area, and ventilation ensures that methane-air mixtures are diluted to safe concentrations. The use of gas drainage works during reservoir degassing becomes economically feasible due to their high efficiency.

Keywords: coal seam, air control, gas extraction, mining working, breakage face, gas extraction works, sandstone layer

For citation: Aliev S.B., Demin V.F., Miletchenko N.A., Dolgonosov V.N., Khusnutdinov R.B. Development and selection of a safe control scheme for methane emissions during K_{10} and K_{12} formation on “Abayskaya” coal mine. *Mine Surveying and Subsurface Use*. 2026;26(1):20-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-1-20-25>.

Введение

Основное направление технической политики развития шахтного фонда идет по пути концентрации производства за счет применения современных высокопроизводительных механизированных комплексов с производительностью более 5 тыс. тонн в сутки (2 тыс. тонн и более в смену) [1–5].

Главным сдерживающим фактором на большинстве шахт является так называемый метановый барьер, связанный с высокой метаносностью угольных пластов на глубинах более 400 м и метанообильностью выемочных участков 100–150 м³/мин [6–10].

Поддержание стабильно высокой нагрузки на очистной забой невозможно без применения различных способов управления метановыделением [8, 11–14].

Управление метановыделением выемочных участков осуществляется средствами вентиляции и дегазации [4, 6, 15–18]. Вентиляция обеспечивает разбавление метановоздушных потоков до безопасных концентраций. Дегазация снижает метановыделение на выемочном участке от источников поступления и способствует сокращению количества воздуха, необходимого для разбавления метана. Но и применение различных способов дегазации не всегда дает ожидаемый результат [1, 3, 14].

Цель работы: совершенствование существующих и разработка новых, более эффективных способов дегазации угольных пластов.

Объект исследований

На шахтах Карагандинского угольного бассейна получил развитие восходящий порядок отработки угольных пластов. Одной из основных целей такого порядка отработки является дегазация вышележащего мощного метаносного пласта K_{12} .

При такой схеме отработки имеет место значительное метановыделение в очистной забой разрабатываемого пласта при небольшой величине междупластия (50–60 м), что требует специальных мер по его удалению. Значительное количество метана, выделяющегося из подрабатываемого пласта, мигрирует в выработанное пространство отработываемого пласта и теряется как попутное энергетическое сырье. Увеличение глубины работ ставит новые задачи по применению схем дегазации [4–6, 8].

Применение вертикальных скважин с поверхности становится нерациональным как по затратам на бурение, так и по их эффективности ввиду частого выхода их из строя. Применение купольных скважин не может обеспечить необходимый съем метана. В этом случае применение газодренажных выработок при дегазации пластов с высокой метанообильностью становится необходимым и экономически оправданным ввиду их высокой эффективности по съему метана не только с позиции безопасности, но и утилизации метана как энергетического сырья [5, 6, 18].

Методы исследований

Рассмотрим применение комплексной дегазации с использованием газодренажной выработки, пройденной по пласту K_{11} , на примере отработки выемочного участка $32K_{10}$ -с на шахте «Абайская». Природная метаносность пласта составляет 25,7 м³/т, относительное метановыделение с учетом подработки пласта K_{12} – 44,70 м³/мин. Расстояние между пластами K_{10} и K_{12} – 55–60 м. На расстоянии 30–35 м от пласта K_{10} залегает маломощный пласт K_{11} (1,0–1,5 м).

В газовом балансе выемочного участка доля метановыделения из подрабатываемых пластов K_{12} и K_{11} составляет 80–90 %. Схема проветривания – возвратноточная (1М), первичный шаг обрушения – 36 м, вторичные шаги – по 19 м. Схема управления метановыделением приведена на рисунке.

Пласт K_{10} – сложного строения, состоит из 10–14 пачек полублестящего угля, разделенных прослоями аргиллита мощностью 0,01 до 0,45 м. Рабочая мощность пласта – 4,45 м, полезная – 4,06 м, вынимаемая – 3,9 м. Углы падения не выдержаны и колеблются от 10 до 26°. При отработке лавы предусмотрено оставление защитной пачки угля в кровле мощностью 0,3 м.

Непосредственная кровля пласта: аргиллит темно-серый, слоистый, трещиноватый, средней крепости до слабого ($\sigma_{сжатия}$ – 250 кг/см²) мощностью 5,0–8,8 м, легко обрушаемый.

Непосредственная почва: аргиллит, алевролит средней крепости ($\sigma_{сжатия}$ – 400 кг/см²), устойчивые, на контакте с пластом – прослой углистого аргиллита мощностью 0,2–0,4 м.

Первоначально управление метановыделением осуществлялось через изоляционную переемычку вентиляционного уклона K_{10} .

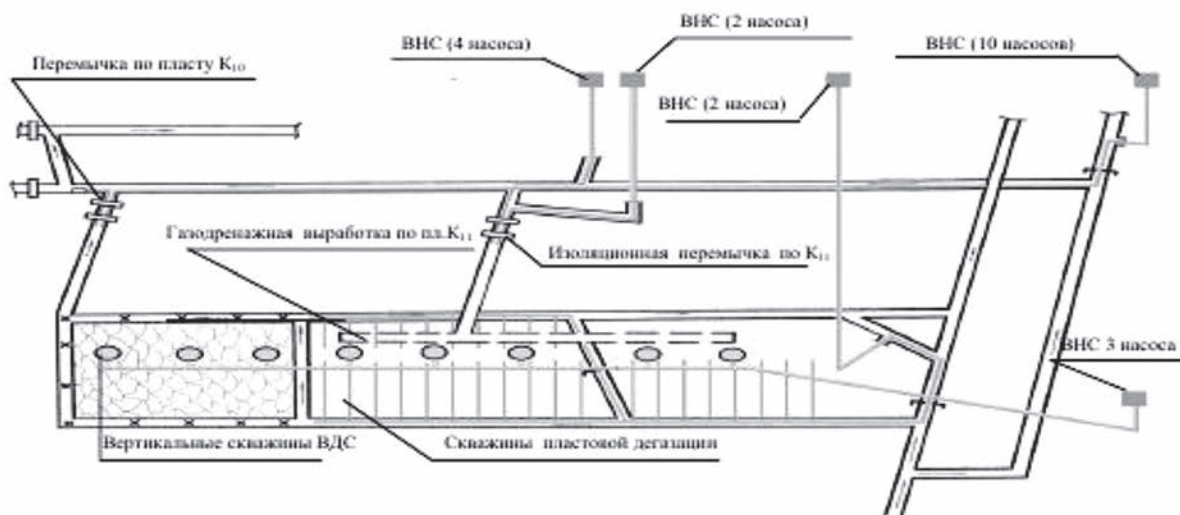


Рис. Схема проветривания / Fig. Ventilation scheme

Метановыделение из разрабатываемого пласта составило 17,8 м³/мин.

Для дегазации разрабатываемого пласта применялась виды пластовой дегазации:

– предварительная пластовая дегазация восстающими скважинами, пробуренными с конвейерного штрека 32 К₁₀ -с, расстояние между которыми составляло 8 м, и длиной 120–140 м, срок дегазации составлял 268 сут;

– передовая пластовая нисходящими скважинами, пробуренными с вентиляционного штрека 32 К₁₀ -с, расстояние между которыми составляло 2 м, длина 100–120 м.

Как показала практика, наиболее эффективно работали скважины передовой дегазации на расстоянии 10 м от лавы (в зоне опорного давления впереди линии очистного забоя), съем которых составлял 2,0–2,5 м³/мин, концентрация метана достигала 15–20 %.

Основной съем метана из выработанного пространства пришелся на способ из-за изоляционной переемычки вентиляционного уклона К₁₀ (73,6 м³/мин чистого метана), то есть более 50 % от общей метанообильности участка.

Съем метана средствами вентиляции и дегазации приведен в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1
Съем метана средствами вентиляции и дегазации /
Methane removal by ventilation and degassing

Способ извлечения метана	Съем метана, м³/мин			Коэффициент эффективности дегазации
	Метановоздушная смесь Q _{смес} , м³/мин	Концентрация метана К, %	Съем метана, в пересчете на 100 % Q _{чист} , м³/мин	
Нагрузка на очистной забой	4 500 тонн			
Вентиляция			39,0	0,22
исходящая участка	2 100,0	0,9/1,1	21,0	0,14
изолированный отвод метана за счет общешахтной депрессии	100,0	18,0	18,0	0,08
Концентрация метана в верхнем «кутке» лавы		0,9/1,5		
Дегазация				0,78
вертикальные скважины	40,6	60,0	24,4	0,17
из-за переемычки на вентиляционном уклоне К ₁₀	408,9	18,0	73,6	0,52
предварительная пластовая	15,0	3,5	0,5	0,03
передовая пластовая	25,7	15,0	3,90	0,06
Общая метанообильность участка			141,4	

Для обеспечения безопасной работы выемочного участка только на этот способ дегазации в работе постоянно находились 15 вакуум-насосов типа НВ-50.

От переемычки к трем магистральным скважинам (две скважины диаметром 325 мм и одна скважина диаметром 500 мм) были проложены два газопровода диаметром 402 мм.

Однако при таком способе управления метановыделением содержание метана в лаве и на выемочном участке постоянно находилось в пределах 0,9–1,1 %. В выработанном пространстве на расстоянии 5 м от сопряжения лавы

с вентиляционным штреком содержание метана составляло 6–9 %.

Метан, который можно использовать в котельной шахты (с концентрацией более 25 %), составил всего 24,4 м³/мин, то есть только 17 % от общей метанообильности.

После отхода лавы на расстояние 200 м эффективность этого способа начала падать, и концентрация метана в верхнем «кутке» доходила до 1,5 %. После пересечения линии очистного забоя газодренажной выработки ситуация на выемочном участке изменилась.

Газодренажная выработка пройдена по вышележащему маломощному пласту К₁₁ на расстоянии 30–35 м от разрабатываемого пласта К₁₀ и 200 м от монтажной камеры. Темпы проведения подготовительной выработки не ограничивались по газовому фактору.

Результаты исследований

Эффективность способа дегазации источников метановыделения при отработке угольных пластов зависит от того, насколько учтены при выборе его параметров геомеханические процессы, которые происходят в подрабатываемом массиве. То есть эффективность способа дегазации с применением газодренажной выработки заключается в правильном ее заложении с учетом сдвижения и нарушенности пород подрабатываемого массива [6, 14]. И основным вопросом при проектировании этого способа дегазации является определение объемов ожидаемого выделения метана из подрабатываемого пласта К₁₂.

Дебит метана из подрабатываемого пласта зависит от площади активной газоотдачи подрабатываемого пласта S, его природной X_{сн} и остаточной X_о газоносности и определяется по формуле

$$q_{CH4} = S \cdot \gamma' \cdot m' (X_{K12} - X_o), \quad (1)$$

где γ' – объемная масса (т/м³) пласта К₁₂;
 m' – мощность пласта К₁₂, м.

Область активной газоотдачи подрабатываемого пласта К₁₂ определяется границами влияния подработки и рассчитывается по формуле

$$S = [l_{оч} - 2M_{сн} \cdot tg(90 - \theta)] V_{оч}, \quad (2)$$

где $M_{сн}$ – расстояние по нормали между разрабатываемым и подрабатываемым пластами, м;

$l_{оч}$ – длина очистного забоя, м;

θ – угол разгрузки пласта, град;

$V_{оч}$ – суточное подвигание очистного забоя, м/сут.

Остаточная газоносность пласта К₁₂ после его подработки определяется по формуле

$$X'_o = X_o + (X_{сн} - X_o) - \frac{M_{сн}}{R_{np}}, \quad (3)$$

где R_{np} – предельное расстояние между разрабатываемым и подрабатываемым пластами, при котором метановыделение из последнего равно нулю, м.

Используя формулы (2) и (3), окончательно формула (1) будет представлена в виде

$$q_{сн4} = V_{оч} \cdot \gamma' \cdot m' \left[(X_{сн} - X_0) - (X_{сн} - X_0) \frac{M_{сн}}{R_{np}} \right] \times \left[l_{оч} - 2M_{сн} \frac{tg(90 - \theta)}{1} \right] \quad (4)$$

В соответствии с проведенными расчетами фактическое метановыделение из подрабатываемого пласта K_{12} показало, что для дегазации изолированного отвода метана в газодренажном штреке K_{11} необходимо увеличить сьем метановоздушной смеси, поэтому за изоляционную переемычку K_{11} было заведено 2 газопровода диаметром 402 мм. Затем по двум магистральным дегазационным скважинам (диаметром 325 мм) метановоздушная смесь выдавалась на поверхность с помощью шести насосов типа НВ-50.

Выработанное пространство по сьему метана имеет две особенные характерные зоны по простираию пласта:

- зону активного смещения пород, распространяющаяся от линии очистного забоя в сторону выработанного пространства (обрушение пород непосредственной, а затем и основной кровли, образование и обрушение блоков пород, частичное уплотнение пород в зоне беспорядочного обрушения);
- зону стабилизации (наибольшая протяженность и незначительные величины смещения горных пород.

Как показала практика, при отходе лавы от монтажной камеры на расстояние более 200 м сьем метана из-за переемычки, установленной на вентиляционном уклоне $32K_{10}$ -с, стабилизировался и составлял 12–20 м³/мин (при концентрации метана 8–10 %).

Однако повышенная газоотдача подрабатываемого пласта имеет место только в области активного его смещения, ограниченной углами полных сдвижений и разгрузки вмещающих пород. Так, по теории М. Видаля и П. Шульца [6], каптаж метана из подрабатываемого пласта может производиться при мощности междупластья от 20 м (высота зоны беспорядочного обрушения) до 100 м, то есть ограничен свод давления, который перемещается по мере подвигания подрабатывающего очистного забоя. Свод горного давления имеет форму полукружности с диаметром, равным длине очистного забоя. В гипотезе М. Видаля сделано допущение, что число и размеры трещин в своде давления по высоте от выработанного пространства одинаковы, то есть близость выработанного пространства на интенсивность трещинообразования влияет незначительно. Поток газа, выделяющегося из подрабатываемого пласта, поровну распределяется между газодренажной выработкой в породах кровли пласта и действующими выработками.

Если изменить положение газодренажной выработки по отношению к выработанному пространству, то при приближении ее к выработанному пространству увеличиваются подсосы и снижается эффективность дегазации. При удалении дренажной выработки от выработанного пространства уменьшается эффективность дегазации.

Для конкретных горно-геологических условий определяется расстояние, при котором эффективность дегазации вышележащего пласта является максимальной и определяется по формуле

$$M_{сн.} = R_{np} \cdot (1 - \kappa_{эф.}) = 40 \cdot m_{сн} \cdot (1,2 \cdot \cos \alpha) \cdot (1 - \kappa_{эф.}) \quad (5)$$

где R_{np} – предельное расстояние по нормали между разраба-

тываемым пластом и смежным, при котором метановыделение из последнего равно нулю;

$m_{сн}$ – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта;

$\kappa_{эф.}$ – коэффициент эффективности дегазации (разгрузки) подрабатываемого пласта.

Таким образом, оптимальное место заложения газодренажной выработки для достижения максимальной эффективности дегазации должно удовлетворять следующим условиям: расположение на расстоянии 1,5–1,6 длины лавы от вентиляционной выработки, удаление от выработанного пространства не далее рассчитанного по формуле (5).

Так, расчеты при использовании данного способа дегазации на выемочном участке $32K_{10}$ -с на шахте «Абайская» определили расстояние от вентиляционного штрека в 30 м и от разрабатываемого пласта – в 30–35 м.

Сьем метана средствами вентиляции и дегазации при использовании газодренажной выработки с параметрами заложения в соответствии с выполненными расчетами приведен в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Сьем метана средствами вентиляции и дегазации при использовании газодренажной выработки / Methane removal by ventilation and degassing with GDW

Способ извлечения метана	Съем метана, м³/мин			Коэффициент эффективности дегазации
	Метановоздушная смесь $Q_{\text{смесь}}$ м³/мин	Концентрация метана K, %	Съем метана, в пересчете на 100 % $Q_{\text{сн}}$ м³/мин	
Нагрузка на очистной забой	5 500 тонн			
Вентиляция			16,8	0,11
исходящая участка	2100,0	0,8/0,9	16,8	0,11
Концентрация метана в верхнем «кутке» лавы		0,7/0,8		
Дегазация			142,1	0,89
вертикальные скважины	36,5	55,0	20,1	0,12
из-за перемычки на вентиляционном уклоне K_{10}	225,2	8,0	18,0	0,10
изоляционная перемычка на газодренажном штреке пласта K_{11}	179,3	56,0	100,4	0,63
предварительная пластовая	17,2	4,0	0,7	0,01
передовая пластовая	23,8	12,0	2,90	0,03
Общая метанообильность участка			158,9	

При таком управлении метановыделением на выемочном участке основной сьем метана приходится на газодренажный штрек K_{11} , то есть более 60 %. При этом метан, который может быть использован для утилизации (концентрация более 25 %), увеличился до 120,5 м³/мин (или 75 % от общей метанообильности участка). Максимальная концентрация метана на исходящей струе выемочного участка не превышала 0,9 % (при сменной нагрузке 2 тысячи тонн), а в верхнем «кутке» лавы не превышала 1,0 %.

Выводы

Учитывая все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. До начала отработки лавы необходимо произвести расчеты и определить оптимальную (наиболее безопасную) схему управления метановыделением выемочного участка.

2. Для обеспечения эффективности дегазации необходимо предусмотреть реконструкцию дегазационной сети (увели-

чение диаметра магистральных скважин и дегазационных газопроводов), применение не менее 5 вакуум-насосных станций МДПС-180.

3. Для эффективной работы газодренажного штрека его расположение должно намечаться в пределах рациональной зоны по фактору нарушенности слоев пород с учетом общей схемы дегазации, возможности использования газодренажной выработки при отработке подрабатываемого пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Долгоносков В.Н., Пак Г.А., Дрижд Н.А. и др. Геомеханические и газодинамические процессы в угольных шахтах. Караганда, 2012: 214. Dolgonosov V.N., Pak G.A., Drijd N.A., et al. Geomechanical and gas-dynamic processes in coal mines. Karaganda, 2012: 214. (In Russ.).
2. Бирюков Ю.М. Газодинамическая активность на шахтах Карагандинского угольного бассейна. Караганда, 1996, 114. Birukov U.M. Gas-dynamic activity in the mines of the Karaganda coal basin. Karaganda, 1996: 114.
3. Баймухаметов С.К., Имашев А.Ж. и др. Проблемы отработки газоносных и опасных по внезапным выбросам угольных пластов с низкой проницаемостью в Карагандинском угольном бассейне. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2021; 10-1: 124-137. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_101_0_124. Baimukhametov S.K., Imashev A.G., et al. Problems of mining gas-bearing and sudden-emission-prone coal seams with low permeability in the Karaganda Coal Basin. *Mining information and analytical bulletin*. 2021; 10-1: 124-137. (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_101_0_124.
4. Коликов К.С., Королева В.Н., Хуснутдинов Р.Б. Способы дегазации углеродных массивов. Проблемы и перспективы. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017; S1: 138-147. Kolikov K.S., Koroleva V.N., Khusnutdinov R.B. Methods of carbonaceous massifs degassing. Problems and prospects. *Mining information and analytical bulletin*. 2017; S1: 138-147. (In Russ.).
5. Сластун С.В., Коликов К.С., Садов А.П. и др. Обеспечение безопасной и интенсивной разработки газоносных угольных пластов на основе их комплексной дегазационной подготовки. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2023; 2: 152-166. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_2_0_152. Slastunov S.V., Kolikov K.S., Sadov A.P., et al. Ensuring safe and intensive development of gas-bearing coal seams based on their comprehensive degassing preparation. *Mining information and analytical bulletin*. 2023; 2: 152-166. (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_2_0_152.
6. Хуснутдинов Р.Б., Полчин А.И., Коликов К.С. и др. Совершенствование дегазации выработанного пространства. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2018; S1: 224-232. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-1-1-224-232>. Khusnutdinov R.B., Polchin A.I., Kolikov K.S., et al. Improving the degassing of the worked-out space. *Mining information and analytical bulletin*. 2018; S1: 224-232. (In Russ.). <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-1-1-224-232>.
7. Блохин Д.И., Закоршменный И.М., Кубрин С.С. и др. Численные исследования влияния изменений напряженно-деформированного состояния углеродного массива на устойчивость дегазационных скважин. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2023; 11: 17-32. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2023-10-17>. Blokhin D.I., Zakorschmenyi I.M., Kubrin S.S., et al. Numerical studies of the effect of changes in the stress-strain state of the carbon rock mass on the stability of degassing wells. *Mining information and analytical bulletin*. 2023; 11: 17-32. (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_11_0_17.
8. Алиев С.Б., Ходжаев Р.Р., Исабек Т.К. и др. Оценка эффективности бурения опережающих скважин в области повышенных напряжений массива на газопоявление из угольного пласта. *Уголь*. 2020; 11 (1136): 10-12. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-10-12>.
9. Aliev S.B., Khodzhaev R.R., Isambek T.K., et al. Evaluation of the effectiveness of drilling advanced wells in the area of increased massif stresses for gas manifestation from the coal seam. *Coal*. 2020; 11 (1136): 10-12. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-10-12>. Алиев С.Б., Портнов В.С. и др. Изучение факторов, влияющих на выбросоопасность угольного пласта Д6. *Уголь*. 2020; 6 (1131): 50-54. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-6-50-54>. Aliev S.B., Portnov V.S., et al. Study of factors affecting the outburst hazard of the D6 coal. *Coal*. 2020; 6 (1131): 50-54. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-6-50-54>.
10. Дрижд Н.А. и др. Карагандинский угольный бассейн (справочник). Москва, 1990: 298. Drijd N.A., et al. Karaganda Coal Basin (Handbook). Moscow, 1990: 298. (In Russ.).
11. Пак Г.А., Долгоносков В.Н. Расчет шагов обрушения основной кровли и газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна. *Новости науки Казахстана*. Алматы, 2009: 43-49. Pak G.A., Dolgonosov V.N. Methodology for calculating Calculation of the steps of main roof collapse and gas emission in the mines of the Karaganda basin. *News of science in Kazakhstan*. Almaty, 2009: 43-49. (In Russ.).
12. Пак Г.А., Долгоносков В.Н. Методика расчета шагов обрушения основной кровли и прогноз газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна. *Безопасность труда в промышленности*. 2010; 10: 31-34. Pak G.A., Dolgonosov V.N. Methodology for calculating the steps of collapse of the main roof and forecasting gas release in the mines of the Karaganda basin. *Industrial safety*. 2010; 10: 31-34. (In Russ.).
13. Садчиков А.В., Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р. и др. Применение методов шахтной геофизики для решения задач горно-геологического направления. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2025; 6: 109-124. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2025-6-109>. Sadchikov A.V., Zamaliyev N.M., Akhmatnurov D.R., et al. Application of mine geophysics method to solving problems of geology. *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2025; 6: 109-124. (In Russ.). <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2025-6-109>.
14. Каледина Н.О., Карпукхин А.В. Проблемы управления метановыделением на высокопроизводительных газообильных шахтах. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2007; 13: 216-220. Kaledina N.O., Karpukhin A.V. Problems with methane management in high-capacity gas-rich mines. *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2007; 13: 216-220. (In Russ.).

15. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. Москва, 1980: 360.
Borisov A.A. Rock mechanics. Moscow, 1980: 360. (In Russ.).
16. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. Москва, 1973: 512.
Safety rules in coal and shale mines. Moscow, 1973: 512. (In Russ.).
17. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Москва, 1977: 159.
Instructions for the safe conduct of mining operations in seams hazardous due to sudden outbursts of coal and gas. MCI USSR. Moscow, 1977: 159. (In Russ.).
18. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Москва, 1995: 92.
Instructions for the safe conduct of mining operations in seams hazardous due to sudden outbursts of coal and gas. Moscow, 1995: 92. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Самат Бикитаевич Алиев –

доктор технических наук, старший научный сотрудник ИП-
КОН РАН, Академик НАН Республики Казахстан, г. Москва,
Российская Федерация;
e-mail: alsamat@gmail.com

Владимир Федорович Демин –

доктор технических наук, профессор кафедры РМПИ,
Карагандинский технический университет (КарТУ) имени
А. Сагинова, г. Караганда, Казахстан; e-mail: vladfdemin@
mail.ru

Наталья Александровна Милетенко –

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
ИПКОН РАН, г. Москва, Российская Федерация;
e-mail: nmilet@mail.ru

Виктор Николаевич Долгоносков –

доктор технических наук, доцент кафедры МДиг,
Карагандинский технический университет (КарТУ) имени А.
Сагинова, г. Караганда, Казахстан; e-mail: vnd070765@mail.ru

Ринат Бахаутдинович Хуснутдинов –

докторант кафедры РМПИ, Карагандинский технический
университет (КарТУ) имени А. Сагинова, г. Караганда,
Казахстан; e-mail: vladfdemin@mail.ru

Критерии авторства:

С. Б. Алиев – генерация идеи исследования, постановка
задачи исследования, выполнение работы по систематизации
материала, написание текста статьи; В. Ф. Демин – генерация
идеи исследования, проведение эксперимента, выполнение
расчетов, выполнение работы по систематизации материала,
подготовка данных, анализ данных, написание текста
статьи; Н. А. Милетенко – постановка задачи исследования,
получение исходных данных, проведение эксперимента/
испытаний, выполнение работы по систематизации материала,
анализ результатов исследования, написание текста статьи;
В. Н. Долгоносков – генерация идеи исследования, постановка
задачи исследования, выполнение расчетов, выполнение работы
по систематизации материала, анализ результатов исследования,
написание текста статьи; Р. В. Хуснутдинов – генерация идеи
исследования, постановка задачи исследования, выполнение
расчетов, выполнение работы по систематизации материала,
анализ результатов исследования, написание текста статьи.

Конфликт интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 13.01.2026
Поступила после рецензирования: 06.02.2026
Принята к публикации: 17.02.2026

ABOUT THE AUTHORS

Samat B. Aliev –

Dr. Sci. (Eng.), Senior Research Employee, IPCON Russian
Academy of Sciences, Academician of the National Sciences
Academy Kazakhstan Republic, Moscow, Russian Federation;
e-mail: alsamat@gmail.com

Vladimir F. Demin –

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Department of Mine Mineral
Deposits Development Abylbas Saginov Technical University,
Karaganda, Kazakhstan; e-mail: vladfdemin@mail.ru

Natalya A. Miletenko –

Cand. Sci. (Eng.), Senior Research Employee, IPCON Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;
e-mail: nmilet@mail.ru

Viktor N. Dolgonosov –

Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Mine
Surveying and Geodesy Abylbas Saginov Technical University,
Karaganda, Kazakhstan; e-mail: vnd070765@mail.ru

Rinat B. Khusnutdinov –

Doctorate Degree Department of Mine Mineral Deposits
Development Abylbas Saginov Technical University,
Karaganda, Kazakhstan; e-mail: vladfdemin@mail.ru

Contribution:

S. B. Aliev – research idea generation, statement of the
research problem, organizing material, writing the article text;
V. F. Demin – research idea generation, experimental work,
calculations, organizing material, data preparation, analysis of
results, writing the article text; N. A. Miletenko – statement
of the research problem, data preparation, experimental work,
organizing material, analysis of results, writing the article text;
V. N. Dolgonosov – research idea generation, statement of the
research problem, calculations, organizing material, analysis
of results, writing the article text; R. B. Khusnutdinov –
research idea generation, statement of the research problem,
calculations, organizing material, analysis of results, writing
the article text.

Conflict of interest:

The authors declare no conflict of interest.

Информация о статье

Received: 13.01.2026
Revised: 06.02.2026
Accepted: 17.02.2026