Оригинальная статья

УДК 622.121 © Е.Н. Козырева✉[1], А.А. Рябцев[1], М.С. Плаксин[1,2], Р.И. Родин[1,2], 2025

[1] ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650065, г. Кемерово, Россия
[2] ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия
✉ e-mail: KozyrevaEN@ficuuh.ru

Original Paper

UDC 622.121 © E.N. Kozyreva✉[1], A.A. Ryabtsev[1], M.S. Plaksin[1,2], R.I. Rodin[1,2], 2025

[1] Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russian Federation
[2] T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation
✉ e-mail: KozyrevaEN@ficuuh.ru

Инструментальные исследования газокинетических характеристик угольного пласта в его призабойной части*

Instrumental studies of gas-kinetic characteristics of the coal seam in its bottom-hole part

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-12-39-45

В Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН были проведены исследования по изучению газокинетических и газодинамических характеристик угольного пласта, меняющихся в результате снижения механических напряжений при проведении выработок. Для решения этих задач был разработан инновационный горно-экспериментальный метод, а также разработаны специальные технические устройства и соответствующие методики проведения экспериментов. Результаты проведения натурных экспериментов по отбору проб угля в изолированном от атмосферы выработки режиме и комплексных лабораторных исследований свойств углей без их контакта с воздухом показали, что представленные разработки позволяют повысить точность определения газоносности в призабойной зоне пласта, а по характеру процесса реализации газового потенциала появляется возможность контролировать газодинамическое и газокинетическое состояние угольных пластов с целью повышения эффективности прогноза их выбросоопасности.

Ключевые слова: *угольный пласт, газоносность, инновационный горно-экспериментальный метод, натурные исследования, специальное устройство, газокинетические характеристики, газодинамическая активность пласта, выбросоопасность.*

Для цитирования: Инструментальные исследования газокинетических характеристик угольного пласта в его призабойной части / Е.Н. Козырева, А.А. Рябцев, М.С. Плаксин и др. // Уголь. 2025;(12):39-45. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-39-45.

Abstract

At the Institute of Coal, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry SB RAS, studies were conducted to study the gas-kinetic

КОЗЫРЕВА Е.Н.
Канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650065, г. Кемерово, Россия, e-mail: KozyrevaEN@ficuuh.ru

РЯБЦЕВ А.А.
Научный сотрудник Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650065, г. Кемерово, Россия e-mail: iu@ficuuh.ru

** Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» проект FWEZ-2024-0013 «Создание многофункциональных систем мониторинга и прогноза газодинамических явлений, контроля напряженного состояния, разработка методов их предотвращения и оценки эффективности при подземной разработке угольных месторождений. 2024-2025 гг.» (рег. № 124041100072-6).*

ПЛАКСИН М.С.
Канд. техн. наук, старший научный сотрудник Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650065, г. Кемерово, Россия, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия, e-mail: plaksin@bk.ru

РОДИН Р.И.
Научный сотрудник Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650065, г. Кемерово, Россия, преподаватель ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия, e-mail: rodinri@mail.ru

and gas-dynamic characteristics of the coal seam, which change as a result of reducing mechanical stresses during workings. To solve these problems, an innovative mining experimental method was developed, as well as special technical devices and corresponding experimental methods were developed. The results of full-scale experiments on coal sampling in an isolated (from the mining atmosphere) mode and complex laboratory studies of coal properties without their contact with air showed that the presented developments make it possible to increase the accuracy of determining gas content in the borehole zone of the formation. By the nature of the gas potential realization process, it becomes possible to monitor the gas-dynamic and gas-kinetic state of coal seams in order to increase the efficiency of forecasting their outburst danger.

Keywords
Coal seam, gas content, innovative mining and experimental method, field studies, special device, gas kinetic characteristics, gas dynamic activity of the seam, outburst danger

Acknowledgements
The work was performed within the framework of the state assignment of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Project FWEZ-2024-0013 'Creation of multipurpose systems for monitoring and forecasting of gas-dynamic phenomena, control of the stress state, development of methods for their prevention and efficiency assessment during underground development of coal deposits. 2024-2025'. (Reg. No. 124041100072-6).

For citation
Kozyreva E.N., Ryabtsev A.A., Plaksin M.S., Rodin R.I. Instrumental studies of gas-kinetic characteristics of the coal seam in its bottomhole part. *Ugol'*. 2025;(12):39-45. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-39-45.

ВВЕДЕНИЕ

При отработке газоносных угольных пластов угледобывающие предприятия в России и мире сталкиваются с проблемой повышенного содержания метана в рудничной атмосфере, которая, в свою очередь, усугубляется с увеличением глубины отработки пластов. С нарастанием глубины существует тенденция роста частоты и силы газодинамических явлений. При разработке методов обеспечения безопасных условий ведения горных работ по газовому фактору в первую очередь необходимо достоверно прогнозировать газообильность выработок, которая напрямую зависит от точности определения величины природного содержания метана в угле – газоносности. Другим важным фактором является разработка надежного способа определения выбросоопасности угольных пластов.

Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах регламентировано осуществление прогноза выбросоопасности при ведении горных работ на выбросоопасных угольных пластах ниже критической глубины [1]. Наряду с геофизическими способами определения выбросоопасности существуют и инструментальные [2], применяемые для выполнения замеров при текущем прогнозе выбросоопасности в забоях. Основные недостатки этих методов: получаемый результат значительно зависит от профессионализма специалистов, осуществляющих прогноз; невозможность проверить качество выполненного прогноза; применяемое оборудование для инструментального прогноза не отличается высокой технологичностью, так как не-

обходимо в движущемся забое проводить его остановку с последующим бурением контрольных шпуров на время прогноза.

Особые трудности возникают при оценке газоносности в зоне влияния горных работ. Горный опыт показывает, что с интенсификацией добычи угля все чаще происходят как инциденты с загазированием лав, так и аварии с более тяжелыми последствиями. Это указывает на несоответствие между прогнозируемой природной газоносностью пластов и фактическим газовыделением из них, и оно тем выше, чем выше темп подвигания забоя. Согласно действующим нормативным документам для определения газоносности угольных пластов применяются прямые или косвенные методы. Прямые методы определения газоносности, выполняемые при помощи специальных керногазонаборников, должны быть более информативными, нежели косвенные методы, однако их точность напрямую зависит от качества пробы и времени подъема угольного керна до момента его герметизации, так как от скорости подъема зависит количество упущенного газа [3, 4]. Современным угледобывающим предприятиям необходимы более технологичные решения.

ОПИСАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Одним из методов, применение которого может повысить оценку газоносности, скорости газовыделения и эффективность прогноза выбросоопасности, является разработанный в Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН инновационный горно-экспериментальный метод, включающий натурные и лабораторные эксперименты. Для проведения натурных экспериментов разработано специальное устройство (*рис. 1*, *рис. 2*), на которое получен патент РФ на изобретение № 2768245. Подобные устройства были реализованы в НЦ ВостНИИ несколько десятков лет назад, однако уникальность описываемого устройства заключается

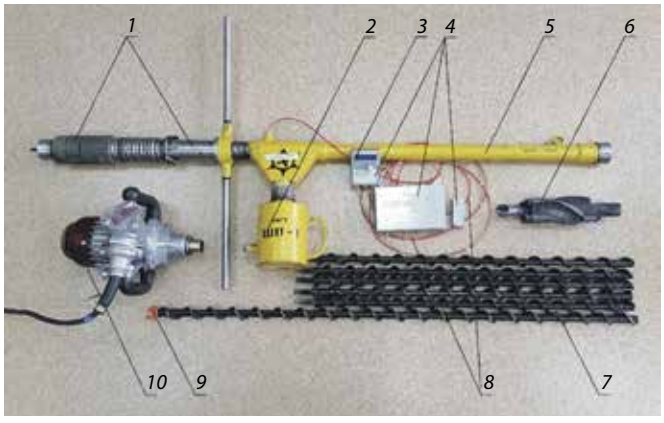

Рис. 1. Устройство для определения газоносности угольного пласта: 1 – герметизатор, 2 – штыбоприемник, 3 – пульт, 4 – носимый измерительный комплекс, 5 – труба с гладкой штангой, 6 – забурник, 7 – буровые шнековые штанги, 8 – пневмомагистрали, 9 – буровая коронка, 10 – ручное буровое сверло

Fig. 1. Device to determine the gas content in coal seams (UIGU): 1 – sealing device, 2 – coal fines receiver, 3 – control panel, 4 – portable measuring complex, 5 – pipe with a smooth rod, 6 – starter bit, 7 – drill auger rods, 8 – pneumatic lines, 9 – drill bit, 10 – hand drill

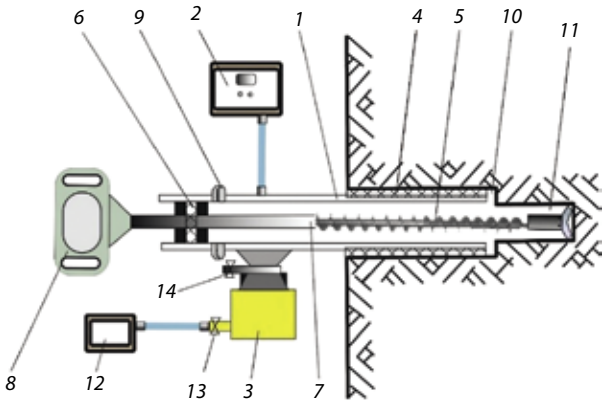

Рис. 2. Схема устройства для определения газоносности угольного пласта: 1 – корпус, 2 – основной газовый расходомер (до 25 л/мин), 3 – штыбоприемник или ТБК, 4 – герметизатор устья скважины, 5 – буровая шнековая штанга, 6 – герметизатор движимой штанги, 7 – движимая штанга, 8 – привод (буровое сверло), 9 – быстроразъемное соединение, 10 – скважина для герметизации, 11 – шпур, 12 – газовый расходомер малого потока (до 2 л/мин), 13 – кран расходомера, 14 – кран штыбоприемника

Fig. 2. A schematic diagram of the device to determine the gas content in coal seams: 1 – housing, 2 – main gas flow meter (up to 25 l/min), 3 – coal fines receiver or TBK, 4 – borehole head sealing device, 5 – drill auger rod, 6 – movable rod seal, 7 – movable rod, 8 – drive (drill bit), 9 – quick-release coupling, 10 – borehole for sealing, 11 – borehole, 12 – low-flow gas flow meter (up to 2 l/min), 13 – flow meter valve, 14 – coal fines receiver valve

в изолированном от атмосферы выработки отборе проб в совокупности с повышением точности замеров благодаря современным цифровым возможностям и способности записи определяемых параметров на электронный накопитель, что важно для последующей обработки [5]. Работы по созданию такого устройства были активно начаты при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме «Разработка технологии эффективного освоения угольных месторождений роботизированным комплексом с управляемым выпуском подкровельной толщи».

Также инструментальной основой исследований служат совместные с ИФП СО РАН разработки – термобарометрические колбы (ТБК) [6]. Они применяются в качестве пробоотборников и позволяют быстро и надежно герметизировать пробы. Эти колбы оснащены электронной системой непрерывного контроля давления и температуры газа, выделяющегося в замкнутый объем.

Хотя применяемый на шахтах инструментальный способ более прост в использовании, но предлагаемый метод способствует повышению точности определения газоносности при проведении выработок, а также дает возможность получать до 20 газокинетических и газодинамических характеристик угольного пласта, что позволяет получать новые знания о природе угля как сложного вещества, обладающего большим разнообразием свойств.

Представленное устройство (УИГУ) позволяет проводить исследования газокинетических характеристик пласта в его призабойной части от кромки пласта до зоны геостатических напряжений, а также осуществлять мониторинг фронта газового давления, который имеет большое значение для решения вопросов, связанных с прогнозированием газодинамических явлений.

С позиции снижения трудозатрат наиболее оптимальным местом для определения природной газоносности угля является призабойная часть проводимой подготовительной выработки. Небольшая ширина подготовительной выработки при планомерном подвигании ее забоя не способствует глубокому развитию зоны неупругого деформирования в призабойной части пласта и позволяет проводить измерения газоносности в непосредственной близости от забоя выработки.

Суть натурного эксперимента заключается в отборе проб угля в изолированном (от атмосферы выработки) режиме при бурении шпуров в забой подготовительной выработке на глубину 4-6 м от кромки пласта.

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЛАСТА

С помощью УИГУ был выполнен отбор проб угля (штыба) в изолированной от атмосферы горной выработке в соответствии со схемой (*см. рис. 2*).

В этом эксперименте с момента последнего подвигания забоя подготовительной выработки до проведения исследования прошли сутки. Исследование проводилось с целью совершенствования метода оценки газодинамической активности пласта в его призабойной части на основе высокоточных измерений остаточной газоносности пласта по длине контрольного шпура, пробуренного вглубь массива до зоны природных геостатических напряжений.

В результате проведенного исследования величина измеренной газоносности угольного пласта составила 19,1 м^3/т. Высокая точность измерения достигнута за счет отсутствия компонента «LOST GAS» [7, 8] при расчете остаточной газоносности. Таким образом, измеренная величина остаточной газоносности пласта составляет примерно 86% от природной газоносности.

Согласно закону Дарси, движение метана из дегазируемого участка пласта в сторону забоя определяется градиентом давления газа от кромки забоя до границы зоны с природным давлением. Низкая проницаемость пласта создает препятствие на пути движения метана к забою выработки. При этом проницаемость напрямую зависит от изменений напряженного состояния в окрестностях подготовительной выработки [9, 10].

В работах [11, 12] представлены формулы (1) – (3), которые позволяют выполнять расчет параметров механических напряжений в призабойной зоне участка пласта.

Напряжения на кромке забоя подготовительной выработки:

$$Kv = \frac{3,6}{1+e^{-7,28(f-0,75)}}, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где f – коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова.

Расстояние от кромки пласта до области максимальных напряжений на момент времени t после взятия заходки:

$$X_m = 2,25\sqrt{S}\left(\frac{1,44}{\frac{Kv}{\gamma H}+0,44}-1\right)\left(1-e^{-\alpha t_{ср}}\right), \text{ м}, \quad (2)$$

где S – сечение подготовительной выработки по углю, м^2; γH – геостатическое давление, МПа; α – реологический параметр, равный 0,08 1/ч; $t_{ср}$ – усредненное время между циклами, ч.

Размер границы призабойной зоны участка пласта до γH согласно [13]:

$$X_{\gamma H} = \frac{1}{\varphi}\ln\frac{\gamma H}{Kv}, \text{ МПа}, \quad (3)$$

где $\varphi = \frac{2\tau\tan\rho}{b}$; $\tau = \frac{1+\sin\rho}{1-\sin\rho}$; b – половина ширины выработки, м; ρ – угол внутреннего трения угля, град.

Основные характеристики пласта в исследуемой выработке:

– геологоразведочная газоносность – 22 м^3/т;

– средний темп подвигания – 3,5 м/сут.;

– мощность отрабатываемого пласта – 1,6 м;

– коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова – 1,3;

– глубина пласта в месте отбора проб – 457 м.

Согласно представленному выше алгоритму расчетные параметры для условий исследуемого участка пласта составили: X_m = 6,2 м, $X_{\gamma H}$ = 4 м.

Ранее авторами настоящей статьи была уточнена зависимость газосодержания природного угля от давления газа для условий данного пласта (Никитинское месторождение) на основе разработанного инновационного подхода, основанного на экспериментальных данных и замерах ВостНИИ [14], а также с использованием теории Ленгмюра:

$$X = \frac{abP}{1+bP} + 0,23P - 0,43. \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что при газоносности 22 м^3/т (природное значение) давление газа составляет 3,7 МПа. В случае газоносности 19,1 м^3/т (измеренное значение) давление газа будет равно 2,8 МПа.

Оценивая характер изменения газосодержания в момент проведения исследования в забое подготовительной выработки, можно сделать вывод, что исследуемый участок пласта находился в невыбросоопасном состоянии.

По уравнению (4) рассчитано изменение содержания газа в забое подготовительной выработки (спустя 24 ч с момента обнажения) и в борту подготовительной выработки (спустя 120 ч с момента обнажения), как показано на *рис. 3*. Разность содержания газа спустя сутки и пять суток сопоставима по площади с изменениями нетронутого массива и изменениями газосодержания спустя сутки.

Используемый подход к оценке параметров механических напряжений по формулам (1) – (3) можно назвать «классическим» для нормальных условий. В случаях, когда выработка пересекает выбросоопасную зону газона-

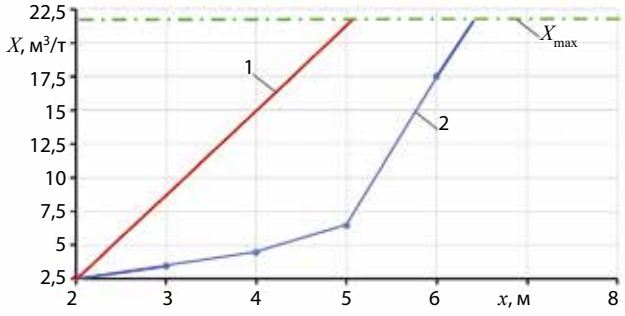

Рис. 3. Изменение содержания газа в приконтурной части пласта: 1 – содержание газа по результатам измерений, спустя одни сутки, 2 – содержание газа по результатам измерений, спустя 5 суток, X_{max} – природное значение газоносности

Fig. 3. Changes of the gas content in the marginal part of the seam: 1 – gas content based on measurements taken after 1 day; 2 – gas content based on measurements taken after 5 days, X_{max} – natural gas content

сыщенного углепородного массива, ситуация может существенно измениться. В работе [15] на основе данных экспериментальных замеров отмечается, что «средняя глубина областей разгрузки (снижения напряжений) в краевой части пластов перед забоями уменьшалась с 5,1 м на неопасных пластах и в неопасных зонах до 3,8 м в выбросоопасных зонах и до 2,2 м в местах внезапных выбросов. Коэффициент концентрации напряжений в краевой части пластов возрастал с 1,4 на неопасных пластах и в неопасных зонах до 2,4 в выбросоопасных зонах, а в местах внезапных выбросов достигал 4,7».

С учетом взаимосвязи газогеомеханических процессов в призабойной зоне углепородного массива и с использованием разработанного подхода появляется возможность контролировать и выявлять «экстремальные» изменения напряженного состояния приконтурной части угольного пласта. Например, на основании вышесказанного можно отметить, что в результате реализации ситуации с газовым давлением в течение пяти суток (*см. рис. 3*), для условий пласта, на котором выполнялся натурный эксперимент, на 1 м ширины выработки через поверхность пласта выделится более 2 м^3 метана. В случае аномального уменьшения размеров области разгрузки в призабойной части пласта и снижения проницаемости за счет повышения концентрации напряжений можно ожидать снижения газовыделения через указанную поверхность до 1 м^3 и менее при прочих равных условиях. Такие значительные изменения дебитов метана в атмосферу выработки возможно контролировать на основании данных штатной системы аэрогазового контроля.

Преимущества описанного метода заключаются в следующем: во-первых, он позволяет проводить количественную оценку газодинамических рисков, а не ограничиваться простыми качественными характеристиками, такими как «опасно» или «неопасно». В отличие от нормативных методов, основанных на бурении прогнозных шпуров и измерении начальной скорости газовыделения из них, этот подход позволяет получить более точные числовые показатели. Во-вторых, в отличие от стандартных нормативных процедур, при использовании этого метода отпадает необходимость в регулярном бурении контрольных шпуров, что делает его условно «полубесконтактным».

Уточнения касательно второго преимущества: анализ результатов прогноза выбросоопасности за последние десятилетия показал, что подготовительные выработки, проводимые по потенциально выбросоопасным участкам угольных пластов, составляют не более 10% от общей их протяженности, т.е. на протяжении 90% проведения выработок прогноз выбросоопасности не требуется. Отслеживание приближения выработки к потенциально выбросоопасным участкам предлагается по объему газа, поступающего в выработку. В работе [16] указано, что при подходе выработки к выбросоопасным зонам объем поступающего газа в выработку из пласта может увеличиваться до 10% на одно подвигание подготовительного забоя (на 0,8 м). Применение метода оценки распределения газа в призабойной зоне пласта необходимо в случае изменения объема поступающего метана в выработку на величину более 3-7% на одно подвигание, наблюдаемых не менее пяти подвиганий забоя подряд для уточнения газодинамической активности.

КОМПЛЕКСНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ УГЛЕЙ БЕЗ ИХ КОНТАКТА С ВОЗДУХОМ

После отбора проб в натурных условиях выполняются серии экспериментов по определению газокинетических, термобарических, энергетических и сорбционных характеристик исследуемых углей. С этой целью разработана методика комплексного исследования свойств природных углей без их контакта с воздухом с применением термобарометрических колб, суть которой заключается в последовательном выполнении трех этапов: этап насыщения пробы неокисленного угля метаном в колбе; этап контролируемых ступенчатых выпусков метана из пробы угля; этап оценки свойств угля.

Для оценки газокинетических свойств угля в процессе выделения метана при снижении давления в закрытой системе «уголь-газ» (в ТБК) по результатам группы экспериментов установлены зависимости объема десорбирующегося газа от соответствующей разницы начального и конечного давления (ΔP) за 5 и 60 минут и определены величины углового коэффициента по функции линейной аппроксимации для 5 минут (k_5) и 60 минут (k_{60}) в процессе десорбции при снятии нагрузки в замкнутой системе «уголь-газ».

Для контроля газодинамического состояния угольного пласта предлагается использовать в качестве критерия изменение углового коэффициента функции линейной аппроксимации k_5 (*рис. 4*).

Для контроля газокинетического состояния угольного пласта предлагается использовать в качестве критерия изменение углового коэффициента функции линейной аппроксимации k_{60} (*рис. 5*).

Следует отметить, что результатом одного газонасыщения пробы в ТБК являются 10-12 контролируемых выпусков (объемом газа до 500 см^3) при $\Delta P < 1{,}25$ МПа и всего 2-3 выпуска при $\Delta P > 1{,}25$ МПа. Этим обусловливается большое количество точек в левых частях графиков и незначительное в правых.

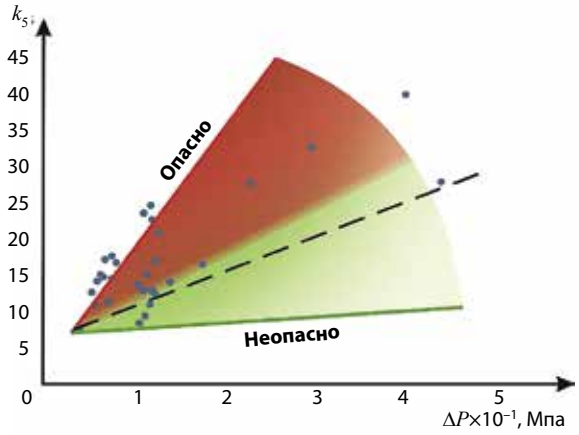

Рис. 4. Схема определения газодинамической опасности пласта

Fig. 4. A schematic diagram of determining the gas-dynamic hazard of the seam

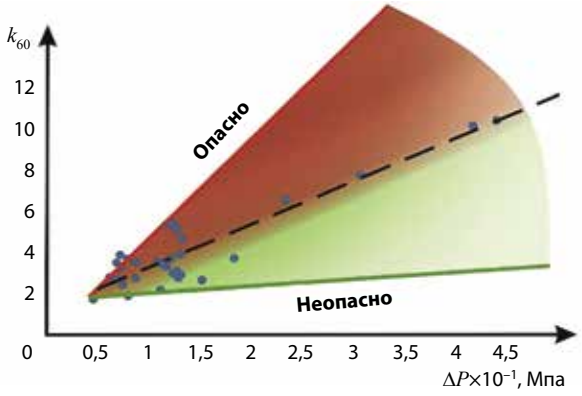

Рис. 5. Схема контроля газокинетического состояния пласта

Fig. 5. A schematic diagram of monitoring the gas-kinetic state of the seam

Чем больше значение коэффициентов k_5 и k_{60} при одинаковой разгрузке в замкнутой системе «уголь-газ», тем выше уровень газодинамической опасности и интенсивнее реализация газового потенциала. На практике установленные зависимости позволяют по объему выделившегося газа прогнозировать процесс реализации газового потенциала после снятия части геостатической нагрузки в призабойной части пласта. Представленные исследования являются продолжением исследований 1970-1980-х годов, указывающих на то, что газодинамически опасные участки пласта по сравнению с неопасными имеют существенное отличие в газокинетических свойствах угля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение инновационного горно-экспериментального метода отбора пластовых проб при бурении шпуров в забой подготовительной выработки в режиме, изолированном от ее воздушного пространства, позволяет исследовать свойства угля и получать его уникальные газокинетические характеристики.

Разработанные специальные технические средства – устройство для определения газоносности угольного пласта, термобарометрические колбы (ТБК), а также разработанные методы натурных исследований газодинамической активности пласта и методы лабораторных исследований свойств углей без их контакта с воздухом позволяют повысить точность определения газоносности при проведении выработок. С применением этих разработок появляется возможность контролировать газодинамическое и газокинетическое состояние угольных пластов с целью повышения эффективности прогноза их выбросоопасности.

Список литературы • References

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 5. Выпуск 40. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2021. 200 с.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений». Серия 05. Выпуск 49. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2021. 128 с.
3. Влияние микроструктуры угля на газонасыщенность призабойной зоны / О.Н. Малинникова, Е.В. Ульянова, А.В. Харченко и др. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2020. № 3. С. 25-33.
   Malinnikova O.N., Ul'yanova E.V., Kharchenko A.V., Pashichev B.N. Influence of coal microstructure on gas content of the face area. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*. 2020;(3):25-33. (In Russ.).
4. Junqian Li , Shuangfang Lu, Pengfei Zhang, Jianchao Cai, Wenbiao Li, Siyuan Wang, Wenjun Feng. Estimation of gas-in-place content in coal and shale reservoirs: A process analysis method and its preliminary application. *Fuel*. 2020;(259):116266. Volume. 1. January.
5. Основы создания инновационного метода определения природной газоносности угольных пластов / М.С. Плаксин, Е.Н. Козырева, Р.И. Родин // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5. С. 398-403.
   Plaksin M.S., Kozyreva E.N., Rodin R.I. Fundamentals of creating an innovative method for determining the natural gas content of coal seams. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov*. 2019;(5):398-403. (In Russ.).
6. Плаксин М.С., Родин Р.И., Титов В.П. Технические основы создания инновационного устройства и оперативного метода определения газоносности угольного пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S49. С. 165-173.
   Plaksin M.S., Rodin R.I., Titov V.P. Technical basis for creating an innovative device and an operational method for determining the gas content in a coal seam. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2018;(S49):165-173. (In Russ.).
7. Liu Y., Du Y., Li Z., Zhao F., Zuo W., Wei J., Mitri H. A rapid and accurate direct measurement method of underground coal seam gas content based on dynamic diffusion theory. *International journal of mining science and technology*. 2020;30(6):799-810.
8. Wang Z.Y., Cheng Y.P., Wang L., Zhou H.X., He X.X., Yi M.H. et al. Characterization of pore structure and the gas diffusion properties of tectonic and intact coal: Implications for lost gas calculation. *Process saf environ Prot*. 2020;(135):12-21.
9. Плаксин М.С., Родин Р.И., Альков В.И. Обоснование технологии ориентированного поинтервального гидроразрыва угольного пласта через дегазационные скважины // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S49. С. 98-105.
   Plaksin M.S., Rodin R.I., Alkov V.I. Substantiation of technology of oriented point-interval hydraulic fracturing of coal seam through

degassing wells *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'.* 2018;(S49):98-105. (In Russ.).

10. Ван Л., Цзян Ц. Ван, Цюй Ч. Влияние локальных напряжений и трещин на проницаемость угольного пласта в блоке Линьфэнь (юго-восточная часть бассейна Ордос, Китай) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 3. С. 372-385.
Wang L., Jiang B., Wang C., QuIn Ch. The influence of local stresses and cracks on the permeability of a coal seam in the Linfen block (southeastern part of the Ordos basin, China). *Geologiya i geofizika.* 2018;59(3):372-385. (In Russ.).
11. Чернов О.И., Пузырев В.Н. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. М.: Недра. 1979. 296 с.
12. Мурашев В.И. Разработка научных основ безопасного ведения горных работ в угольных шахтах на основе исследования геомеханических процессов: автореф. дис. … доктора техн. наук. М., 1980. 35 с.
13. Плаксин М.С., Родин Р.И. Влияние растворенного метана на погрешность измерений при определении газоносности угольного пласта прямыми методами // Кокс и химия. 2022. № 3. С. 16-20.
Plaksin M.S., Rodin R.I. Impact of dissolved methane on measurement error when determining gas content in coal seams using direct methods. *Koks i himiya.* 2022;(3):16-20. (In Russ.).
14. Каталог метаноемкости углей Кузбасса. Кемерово: ВостНИИ. 1968. 32 с.
15. Фейт Г.Н. Геомеханические основы прогноза и снижения выбросоопасности угольных пластов на больших глубинах: дис. … доктора техн. наук. 1994. 53 с.
16. Плаксин М.С. Разработка метода оценки газодинамической активности угольного пласта при проведении подготовительных выработок: автореф. дис.… канд. техн. наук. Кемерово. 2012. 24 с.

Authors Information

Kozyreva E.N. – PhD (Engineering), Leading Researcher, Institute of Coal, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: KozyrevaEN@ficuuh.ru

Ryabtsev A.A. – Researcher, Institute of Coal, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: iu@ficuuh.ru

Plaksin M.S. – PhD (Engineering), Senior Researcher, Institute of Coal, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russian Federation, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: Plaksin@bk.ru

Rodin R.I. – Researcher, Institute of Coal, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russian Federation, Lecturer, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: rodinri@mail.ru

Информация о статье
Поступила в редакцию: 3.10.2025
Поступила после рецензирования: 15.11.2025
Принята к публикации: 28.11.2025

Paper info
Received October 3, 2025
Reviewed November 15, 2025
Accepted November 28, 2025

Бригада Алексея Куслия шахты «Усковская» добыла 2 миллиона тонн угля с начала года

11 ноября шахта «Усковская» Распадской угольной компании (РУК) достигла двухмиллионной отметки по добыче угля с начала 2025 г., досрочно выполнив годовой план. Высоких показателей добился участок № 5 под руководством начальника Дмитрия Роганова, бригадира Алексея Куслия и механика Евгения Зуева.

Генеральный директор РУК Владимир Мельниченко поздравил шахтеров с производственным достижением. Он отметил их высокий профессионализм и пожелал коллективу предприятия дальнейших успехов и безопасной работы.

Два миллиона тонн коксующегося угля марки ГЖ добыты из двух очистных забоев. В апреле шахтеры завершили добычу угля из лавы № 48-10, а в июне была введена в эксплуатацию новая лава № 48-12. Ее общие запасы составляют 2250 тыс. т угля. Завершить их отработку горняки планируют в мае 2026 г.

Передовая бригада Алексея Куслия трудится на современном очистном оборудовании. В забое применяется многофункциональная система безопасности. В нее входит программно-аппаратный комплекс производственной связи и позиционирования сотрудников с функцией предупреждения о нахождении в опасной зоне. Аэрологическую обстановку контролирует система газовой защиты. Обеспечивать безопасное ведение работ помогают средства видеофиксации – стационарные камеры в забое и встроенные в головные светильники видеорегистраторы.

Шахта «Усковская» добывает ценный коксующийся уголь марки ГЖ. Балансовые запасы предприятия составляют 328 млн т, что обеспечивает дальнейшее развитие добычи.

Пресс-служба Распадской угольной компании