

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.32.69.005

УДК 622.121

© М.С. Плаксин, Р.И. Родин, И.В. Радиковский, А.В. Шинкевич, 2021

**М.С. ПЛАКСИН**

канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник  
Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово  
e-mail: plaksin@bk.ru



**Р.И. РОДИН**

научный сотрудник  
Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово  
e-mail: rodinri@mail.ru



**И.В. РАДИКОВСКИЙ**

заместитель главного инженера по ГДЯ  
ООО «Шахта им. С.Д. Тихова», г. Кемерово  
e-mail: radikovskoy\_iv@metholding.ru



**А.В. ШИНКЕВИЧ**

заместитель начальника участка АБ  
ООО «Шахта им. С.Д. Тихова»,  
г. Ленинск-Кузнецкий  
e-mail: shinkevich@mail.ru



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В ПРИКОНТУРНОЙ ЧАСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

*Авторами статьи обосновывается подход к прямому методу отбора проб угля для определения его газоносности и газокинетических свойств. Представлены основные элементы разработанного устройства для измерения газоносности угольного пласта и принципиальная схема его применения. В ходе первичного испытания устройства получены количественные значения дебита метана и содержания метана в пробах угля, которые позволяют установить зоны повышенного и пониженного горного давления в борту горной выработки по длине прогнозного шнура.*

Ключевые слова: ГАЗОНОСНОСТЬ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА, БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА, ГАЗОКИНЕТИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА, РАСХОДОМЕР, БУРЕНИЕ ШПУРА, ГАЗОКИНЕТИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ.

При отработке газоносных угольных пластов подземным способом угледобывающие предприятия в России и в мире сталкиваются с проблемой повышенного содержания метана в рудничной атмосфере, которая, в свою очередь, усугубляется с увеличением глубины их залегания. Для расчета параметров вентиляции, обеспечивающих требуемое процентное газо-содержание в атмосфере выработки, необходимо прогнозировать ее газообильность. При этом «качество» прогноза напрямую зависит от определения величины природного содержания метана в угле.

В нормативном документе [1] определение газоносности угольных пластов проводится прямым методом с отбором образцов угля в специальные керноприемные устройства. В работах [2, 3] приводятся результаты применения альтернативного метода, основанного на отборе штыба угля в процессе бурения шпуров (дегазационных скважин) с последующей его герметизацией в термобарометрической колбе (ТБК).

Применение прямого метода как при отборе керна, так и штыба угля предполагает определение упущенного газа по росту давления во времени в специальных пробоотборниках. Данный подход не может в полной мере отражать реальные газокинетические свойства угля вследствие влияния возрастающего давления свободного газа в замкнутом пространстве пробоотборника, а, следовательно, происходит замедление процесса десорбции метана. Ре-

шить проблему определения истинных газокинетических свойств возможно путем применения прямого метода отбора проб при бурении шпура (скважины) в изолированном (от атмосферы горной выработки) режиме с измерением расхода метана с момента разрушения угля до его герметизации в специальные пробоотборники.

Для изучения газокинетических свойств угля разработано устройство для измерения газоносности угольного пласта (рис. 1). Суть подхода заключается в отборе проб угля в изолированном (от атмосферы выработки) режиме при бурении шпуров в забой подготовительной выработки на глубину 4–6 м от кромки пласта, при условии, что скорость подвигания забоя выработки составляет более 3,5 м/сут за последние 5 суток. В процессе отбора проб с момента начала бурения интервала шпура и до момента герметизации в штыбоприемнике производится измерение расхода газа посредством записывающего элемента устройства — носимого измерительного комплекса (НИК). НИК предназначен для измерения и фиксации динамики расхода метана из шпура посредством электронных датчиков и автономной микропроцессорной системы. Отличительной особенностью устройства НИК является возможность настройки различных измерительных диапазонов расхода газовой смеси, что позволяет избежать влияния погрешностей на результаты измерения.

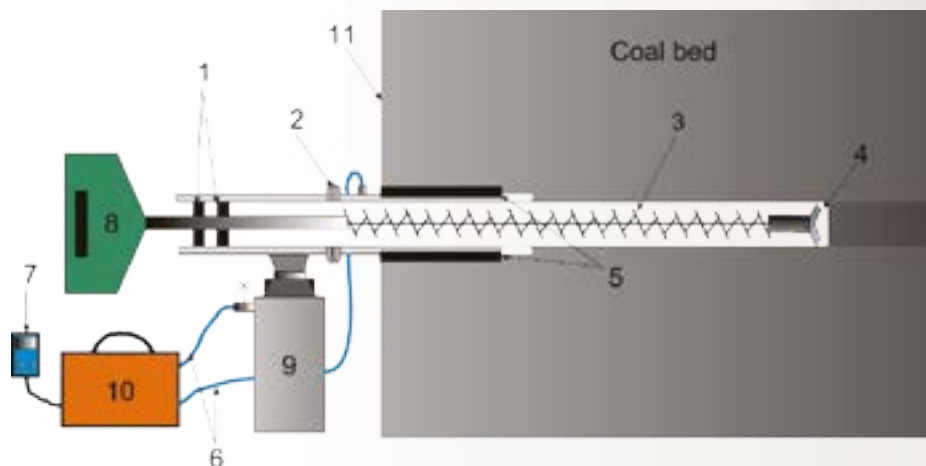


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для оперативного измерения газоносности угля [4]:  
 1 — уплотнитель; 2 — быстросъемное соединение; 3 — шнековая штанга; 4 — буровая коронка;  
 5 — герметизатор; 6 — пневмомагистраль; 7 — пульт; 8 — сверло бурильное; 9 — штыбоприемник (либо ТБК);  
 10 — носимый измерительный комплекс; 11 — забой подготовительной выработки

Экспериментальный образец устройства состоит из сверла бурильного (рис. 2с) и двух разработанных узлов: устройства отбо-

ра проб (рис. 2а) и носимого измерительного комплекса (рис. 2б).

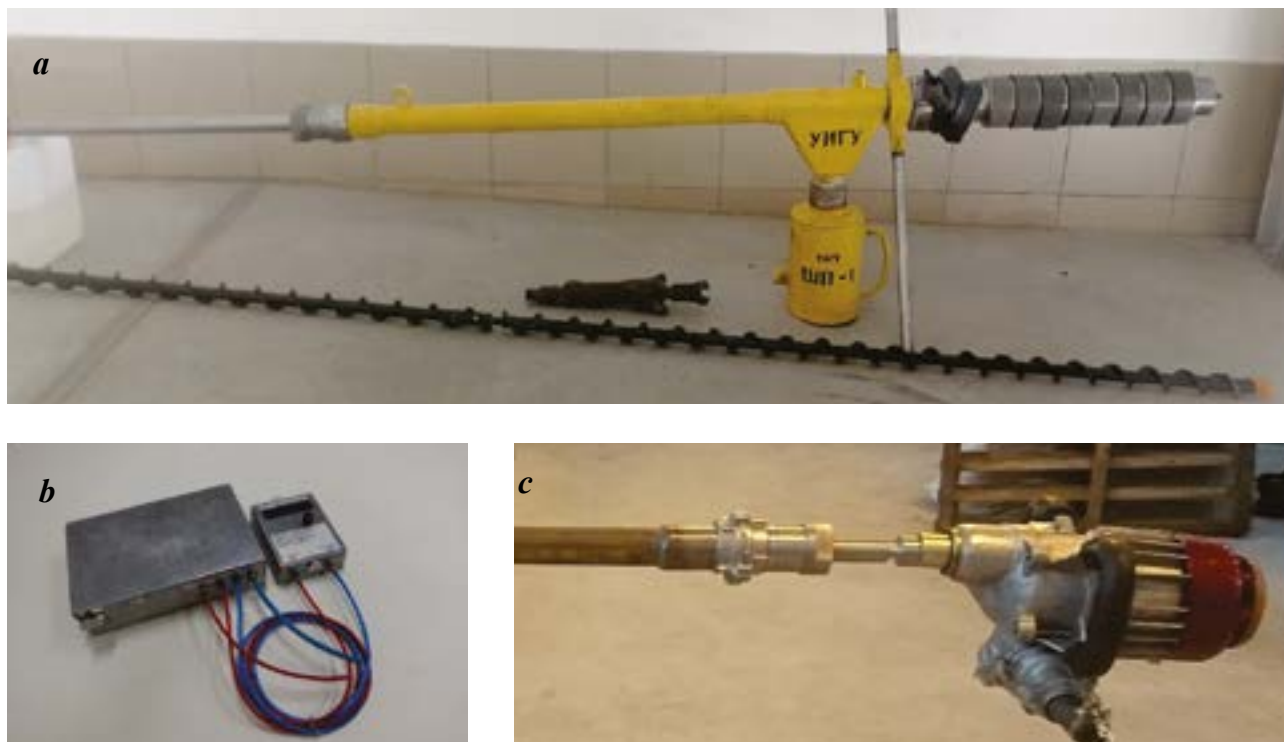


Рис. 2. Устройство для оперативного измерения газоносности угольного пласта и мониторинга его газодинамических (энергетических) показателей:  
а — устройство отбора проб; б — носимый измерительный комплекс; с — сверло бурильное

Первичные испытания устройства проводились в подземной горной выработке «Центральный путевой уклон» ООО «Шахта им. С.Д. Тихова» (пласт 23, забой Центрального путевого уклона в 100 метрах от сбойки с Центральным конвейерным уклоном, глубина залегания пласта 450 м, мощность пласта 1,6 м, природная газоносность по плану горных работ 21–22 м<sup>3</sup>/т).

Шпур был пробурен на глубину 8,5 метров в борт центрального путевого уклона на расстоянии 30 метров от забоя (рис. 3), что не могло не отразиться на интенсивности газовыделения из-за частичной дегазации

зоны, в которой проводилось бурение.

При бурении шпура было отмечено то, что механическая часть устройства работает исправно, угольный штыб засыпается в емкость штыбоприемника без потерь, носимый измерительный комплекс производит замеры как по датчику расхода газа Д1 со стенок шпура и транспортируемого угля, так и по датчику расхода непосредственно из штыба Д2, заполняющего колбу штыбоприемника.

Максимальная скорость газовыделения на датчике Д1 — 1,44 л/мин; на датчике Д2 — 0,39 л/мин.

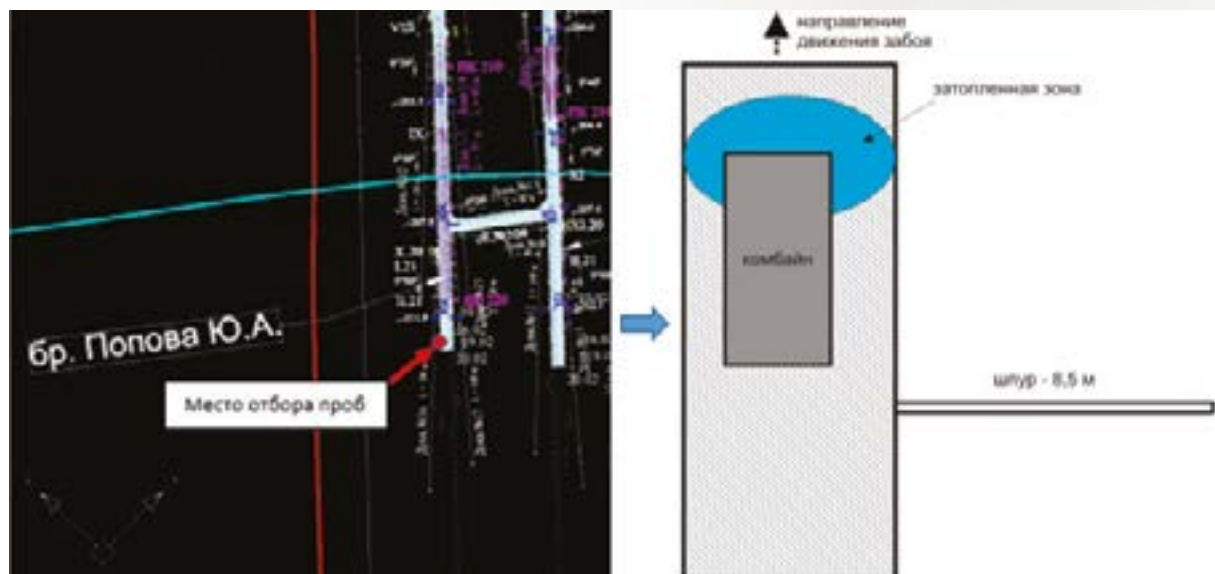


Рис. 3. Место отбора проб для проверки работоспособности устройства и определения газокинетических параметров угля

Измерения выполнялись при поинтервальной бурении шпура на глубине 2,5–6,5 м. Результаты расчетов геомеханических напряжений в борту выработки согласно алгоритму Мурашева В.И. [5] для условий отбора проб

угля представлены на рисунке 4, из анализа которого можно сделать вывод, что весь интервал контрольного шпура выполнялся в зоне влияния подготовительной выработки.

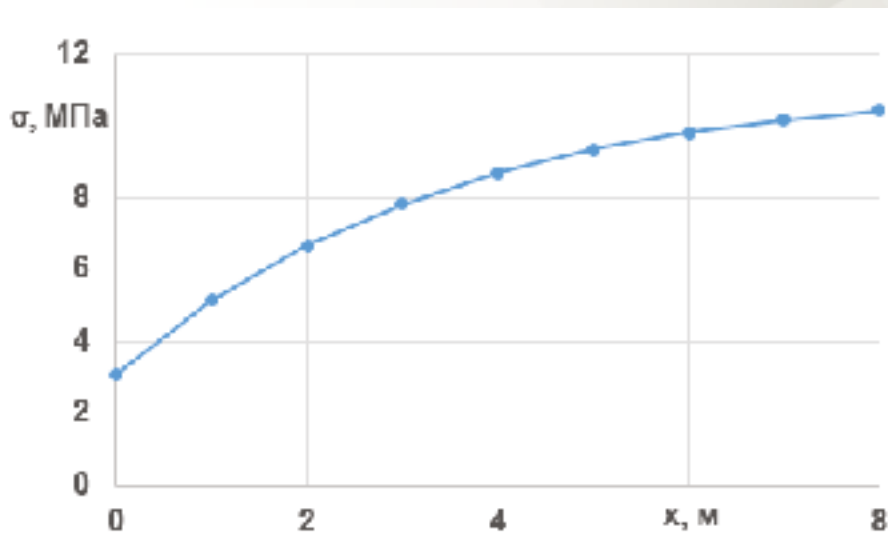


Рис. 4. Изменение напряженного состояния в борту подготовительной выработки для условий шахты им. С.Д. Тихова

На рисунке 5 отражены результаты измерения расхода газа из штыба на момент окончания бурения интервала шпура. На ин-

тервале 5,5–6,5 м можно отметить резкое увеличение дебита газа.

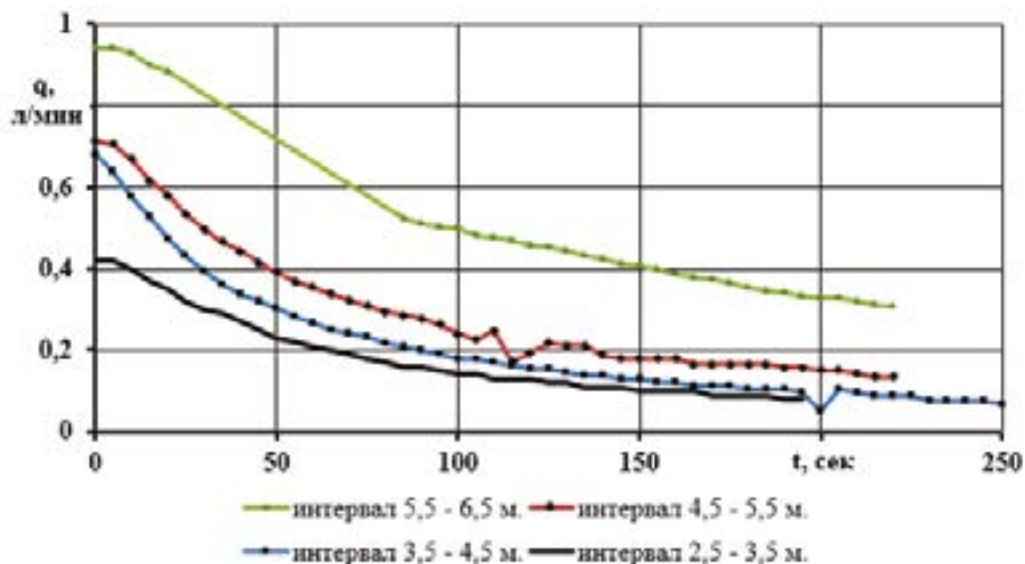


Рис. 5. Результат замера расхода газа из штыба угля при поинтервальном бурении контрольного шпура

На рисунке 6 представлен результат оценки газового потенциала угольного пласта в борту подготовительной выработки с учетом пропорционального сопоставления расхода газа из пробы угля с интервала шпура и газосодержания в угле на анализируемом

интервале. В качестве 100 процентов принят газовый потенциал угольной пробы с интервала 5,5–6,5 м, хотя, согласно расчетам, максимальный газовый потенциал соответствует участку скважины за пределами 8 метров при  $\sigma = \gamma H$  (рис. 4).

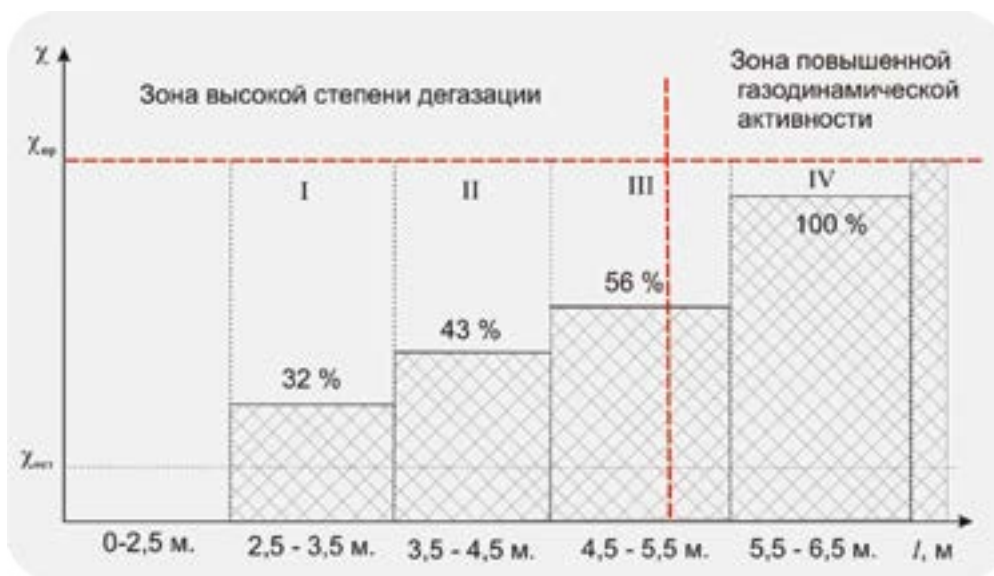


Рис. 6. Изменение газового потенциала угольного пласта в борту подготовительной выработки

На рисунке 7 отражен результат сравнения изменения геомеханических напряжений и газового потенциала пробы угля. Изменение газового потенциала более динамично в отличие от представлений о гео-

механической нагрузке. За единицу принят газовый потенциал угольной пробы с интервала 5,5–6,5 м, а также напряжения в массиве, соответствующие 6 м от кромки пласта (рис. 4).

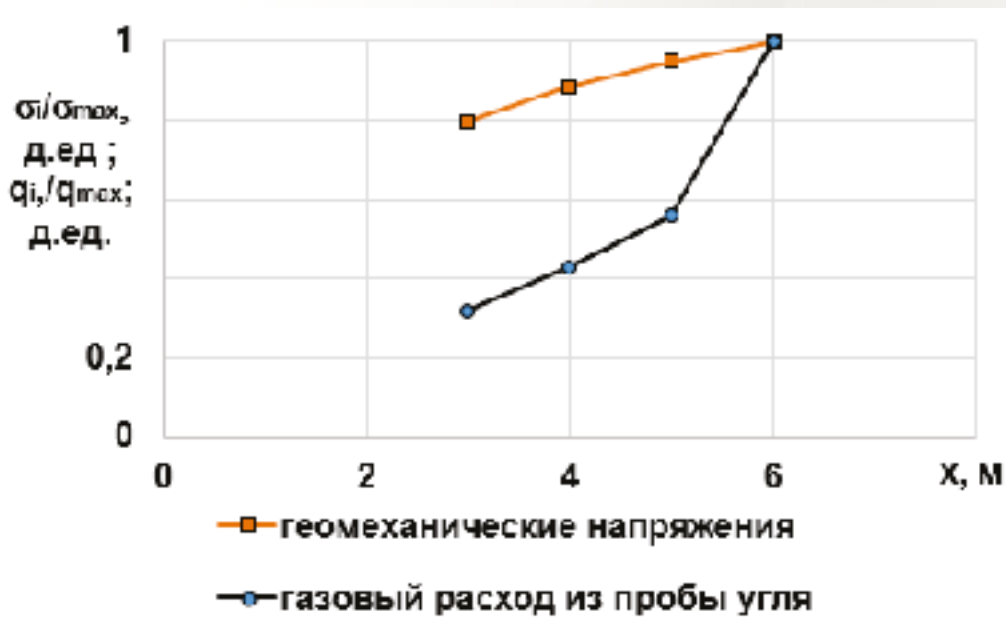


Рис. 7. Сопоставление изменения механических напряжений и газового потенциала пробы угля

### ВЫВОДЫ

1. Разработанное устройство и полученные результаты позволяют уточнять газовый потенциал угольного пласта в зоне влияния выработки.

2. Спустя 5 суток с момента обнажения борта выработки, изменение газового баланса проявилось более динамично, нежели

прогнозировалось на общепринятых зависимостях его изменения от имеющихся механических напряжений в угольном пласте.

3. Первое испытание на шахте выявило ряд технических недостатков устройства. Основной недостаток — необходимость модернизации узла герметизации устройства со скважиной.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по определению газоносности угольных пластов. Серия 05. Выпуск 48. ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности». 2017. 44 с.

2. Козырев Е.Н., Шинкевич М.В., Смирнов С.Р., Исамбетов В.Ф. Необходимость применения пластовой дегазации по уточненной газоносности пласта (на примере лавы № 449 шахты «Чертинская-Коксовая») // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 1. С. 14–19.

3. Плаксин М.С., Родин Р.И., Смирнов С.Р. Современные возможности по прогнозу газоносности угольного пласта при проведении подготовительных выработок // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 2. С. 16–21.

4. Plaksin M.S., Kozyreva E.N., Rodin R.I. Framework for innovative determination of natural gas content in coal seams // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Ser. «International Scientific and Research Conference on Knowledge-Based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources, KTDMUR 2019». 2019. P. 012053.

5. Мурашев В.И. Разработка научных основ безопасного ведения горных работ в угольных шахтах на основе исследования геомеханических процессов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Вячеслав Иванович Мурашев. Москва, 1980. 35 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.32.69.005

UDC 622.121

© M.S. Plaksin, R.I. Rodin, I.V. Radikovskiy, A.V. Shinkevich, 2021

**M.S. PLAKSIN**

Candidate of Engineering Sciences,  
Senior Researcher  
Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Kemerovo  
e-mail: plaksin@bk.ru

**R.I. RODIN**

Research Associate  
Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Kemerovo  
e-mail: rodinri@mail.ru

**I.V. RADIKOVSKIY**

Deputy Chief Engineer for Gas Dynamics  
LLC Mine named after S.D. Tikhov, Kemerovo  
e-mail: radikovskoy\_iv@metholding.ru

**A.V. SHINKEVICH**

Deputy Head of Aerological Safety Section  
LLC Mine named after S.D. Tikhov, Leninsk-Kuznetsky  
e-mail: shinkevich@mail.ru

**RESULTS OF MEASUREMENT OF GAS POTENTIAL IN THE CONTOUR PART OF COAL SEAM**

*The authors of the article justify the approach to the direct method of sampling coal to determine its gas content and gas kinetic properties. The main elements of the developed device for measuring the gas content of the coal bed and the schematic diagram of its application are presented. During the initial test of the device were obtained quantitative values of methane production and methane content in coal samples, which make it possible to establish zones of increased and reduced mountain pressure in the side of the mine along the length of the blast hole.*

Keywords: COALBED GAS CONTENT, MINE SAFETY, DEVELOPMENT OPENING, GAS-KINETIC REACTION OF COAL SEAM, FLOWMETER, DRILLING HOLE, GAS-KINETIC HAZARD.

**REFERENCES**

1. Recommendations for determining the gas content of coal seams. Series 05. Issue 48. CJSC «Scientific and Technical Center for Research of Industrial Safety Problems». 2017. 44 p. [In Russ.].
2. Kozyrev E.N., Shinkevich M.V., Smirnov S.R., Isambetov V.F. The necessity of application of formation degassing by refined formation gas content (on the example of longwall No. 449 of the Chertinskaya-Koksovaya mine) // Bulletin of the Scientific Center for the Safety of Work in the Coal Industry [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti]. 2018. No. 1. P. 14–19. [In Russ.].
3. Plaksin M.S., Rodin R.I., Smirnov S.R. Modern possibilities for predicting the gas content of a coal seam during development opening // Bulletin of the Scientific Center for the Safety of Work in the Coal Industry [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti]. 2018. No. 2. P. 16–21. [In Russ.].

4. Plaksin M.S., Kozyreva E.N., Rodin R.I. Framework for innovative determination of natural gas content in coal seams // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Сер. «International Scientific and Research Conference on Knowledge-Based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources, KTDMUR 2019». 2019. P. 012053.

5. Murashev V.I. Development of scientific foundations for safe mining in coal mines based on geomechanical processes: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Engineering Sciences / Vyacheslav Ivanovich Murashev. Moscow, 1980. 35 p. [In Russ.].