

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

**ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ
АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА
GEOMECHANICS, DESTRUCTION OF ROCKS BY EXPLOSION, MINE
AEROGASDYNAMICS AND MINING THERMOPHYSICS**

Научная статья

УДК 622.831.322

DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-115-123

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРООТЖИМА И
ГИДРОРЫХЛЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

**Плаксин Максим Сергеевич^{1,2}, Родин Роман Иванович^{1,2},
Иванов Геннадий Викторович²**

¹ Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

* e-mail: plaksin@bk.ru

**Информация о статье**

Поступила:

19 сентября 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 мая 2026 г.

Принята к публикации:

11 июня 2026 г.

Опубликована:

29 июня 2026 г.

Ключевые слова:

угольный пласт, гидроотжим
пласта, гидрорыхление
пласта, метанообильность
выработок, безопасность
горных работ,
газокинетическая реакция
угольного пласта, внезапный
выброс

Аннотация.

Актуальность представленной работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасного ведения горных работ при отработке выбросоопасных пластов. Данная статья посвящена анализу методов гидровоздействия на высокогазоносные угольные пласты при проведении подготовительных выработок с особым вниманием к методам гидрорыхления и гидроотжима пласта. Рассмотрены особенности и эффективность применения методов, их преимущества и недостатки, а также вопросы контролируемости и безопасности при выполнении данных процессов. Гидрорыхление основано на высоконапорном нагнетании воды, что вызывает разрушение массива и снижение нагрузок на пласт, однако его неконтролируемость и риск неравномерной обработки вызывают опасения. Гидроотжим позволяет более точно регулировать процесс и способствует смещению призабойной поверхности, значительно увеличивая газоотдачу и обеспечивая в оперативном режиме безопасные условия ведения горных работ. Однако гидроотжим требует повышенного контроля из-за возможности реализации внезапных выбросов угля и газа, особенно на больших глубинах. В качестве средств контроля авторами статьи предлагается использование возможностей современных систем мониторинга концентрации метана и газоотдачи, что позволит повысить безопасность и эффективность в ходе выполнения гидроотжима. Поднимается вопрос обоснованности отмены гидроотжима в современных нормативных документах, а также перспективы повышения контроля и использования сейсмоакустических методов для оценки состояния пласта. Основные выводы свидетельствуют о наличии существенных различий между гидроотжимом и гидрорыхлением в отношении их воздействия на угленосный массив. Исключение гидроотжима как метода борьбы с внезапными выбросами угля и газа лишает угольные шахты важного инструмента, поскольку горно-геологические условия проведения горных выработок характеризуются значительным разбросом параметров и требуют применения творческого подхода для обеспечения безопасных условий ведения горных работ. В то же время необходимо проведение адаптации параметров гидроотжима с

учетом горнотехнологических условий на современных угольных шахтах, особенно в части контроля за ходом его выполнения

Для цитирования: Плаксин М.С., Родин Р.И., Иванов Г.В. Сравнительная оценка эффективности гидроотжима и гидрорыхления угольного пласта при проведении подготовительных выработок // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2026. № 2 (174). С. 115-123. DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-115-123, EDN: ALPCXS

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).

Введение

Проведение подготовительных выработок по высокогазоносным угольным пластам сопровождается опасностью возникновения газодинамических явлений, в том числе внезапных выбросов угля и газа. В качестве мер по приведению призабойного пространства подвигаемой подготовительной выработки в выбрособезопасное состояние в Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа (РД 05-350-00) (2004 г.), далее Инструкция, помимо общепринятого способа – бурения веера разгрузочно-дегазационных скважин – представлены такие эффективные методы, как гидрорыхление и гидроотжим призабойной части пласта. При этом в Инструкции гидрорыхление прописано, а в «Рекомендации по безопасному ведению горных работ на склонных к динамическим явлениям угольных пластах» (утвержденных Приказом Федеральной службы по экологическому,

технологическому и атомному надзору от 7 декабря 2023 г. №441), далее Рекомендации, его исключили. Проанализируем обоснованность такого решения.

Анализ современной российской и зарубежной научной литературы свидетельствует о постоянном и высоком интересе к исследованиям газодинамических процессов [1–3], происходящих при добыче угля, а также к разработке методов борьбы с газодинамическими явлениями [4–6]. В зарубежных источниках особое внимание уделяется изучению движения газовых потоков в угольных пластах, их газоотдачи [7–8], а также созданию математических моделей, позволяющих прогнозировать газодинамические реакции пласта под воздействием техногенных факторов в процессе горных работ [9–10].

Зону влияния подготовительной выработки впереди забоя условно можно разделить на три части: зону неупругого деформирования (трещиноватая зона), зону упругого

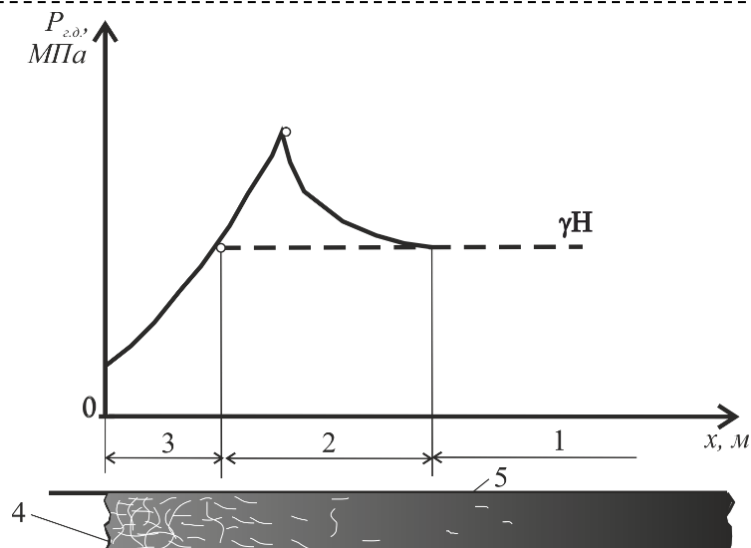


Рис. 1. Изменение опорного давления вблизи забоя подготовительной выработки:
1 – зона геостатических напряжений; 2 – зона упругого деформирования; 3 – зона неупругого деформирования; 4 – поверхность забоя; 5 – угольный пласт

Fig. 1. Change in the reference pressure near the bottom of the preparatory mine:
1 – geostatic stress zone; 2 – elastic deformation zone; 3 – inelastic deformation zone;
4 – face surface; 5 – coal seam

деформирования (опорная зона) и зону геостатических напряжений (Рис. 1). Гидроотжим пласта осуществляется значительно ближе к призабойной зоне по сравнению с гидрорыхлением, что является основным отличием этих методов. При использовании этих методов угольный пласт, с одной стороны, несколько разупрочняется, а с другой – насыщается водой и становится более пластичным (менее подверженным хрупкому и динамическому разрушению) [11].

Метод исследования

Для анализа обоснованности исключения применения гидроотжима пласта (в Рекомендациях) в качестве меры, способствующей снижению его выбросоопасности, выполним сравнительный

анализ способов гидровоздействия на угольный пласт.

Гидрорыхление угольного пласта основано на нагнетании воды под высоким давлением через короткие скважины, пробуренные из забоя горной выработки, глубиной до 9 м. Участок нагнетания по длине скважины составляет 2 м. Цель метода — разрушение части углепородного массива под высоким давлением воды для снижения (перераспределения) механической нагрузки на краевую часть пласта и его увлажнения.

Гидрорыхление считается законченным, если в скважину подано расчетное количество воды и давление в высоконапорном трубопроводе снизилось не менее чем на 30% от максимального, достигнутого в процессе

нагнетания. К недостаткам метода можно отнести неконтролируемость развития зоны гидрообработки относительно проекции забоя.

На Рис. 2 схематично представлена зона влияния гидровоздействия вследствие применения гидрорыхления. Зона нагнетания воды составляет 2 м. Давление нагнетания определяется из соотношения $P_n = (0,75 - 2,0)\sigma_0$, (где σ_0 – геостатические напряжения, МПа). В процессе гидрорыхления велика вероятность перехода режима нагнетания воды в режим гидроразрыва и значительного смещения зоны гидрообработки, вплоть до выхода за границы проекции выработки. Для глубины ведения горных работ 300 м давление нагнетания жидкости P_n составляет от 5,5 до 15 МПа.

Гидроотжим призабойной части пласта выполняется через короткие скважины (шпурь) с глубиной герметизации от 3 до 6,5 м, при этом зона нагнетания составляет всего 0,3 м. Давление нагнетания для глубины ведения горных работ 300 м в зависимости от глубины герметизации скважины ($l_r = 3-6,5$ м) составляет от 7,5 до 16 МПа.

Гидроотжим считается выполненным, согласно Инструкции, при снижении давления нагнетания до 3 МПа. При достижении данного давления нагнетания насосная установка выключается, перекрывается низконапорный водопровод и открывается на слив высоконапорный. Далее измеряется величина выдвигания пачки нарушенного угля по контрольным реперам.

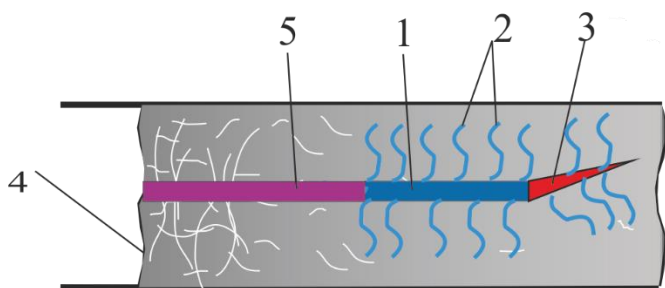


Рис. 2. Схема воздействия методом гидрорыхления на угольный пласт: 1 – зона нагнетания; 2 – зона фильтрации воды; 3 – трещина гидроразрыва; 4 – поверхность забоя подготовительной выработки; 5 – зона герметизации скважины

Fig. 2. Scheme of the impact of the hydraulic loosening method on the coal seam:

1 – injection zone; 2 – water filtration zone; 3 – hydraulic fracturing crack; 4 – surface of the bottom of the preparatory work; 5 – well sealing zone

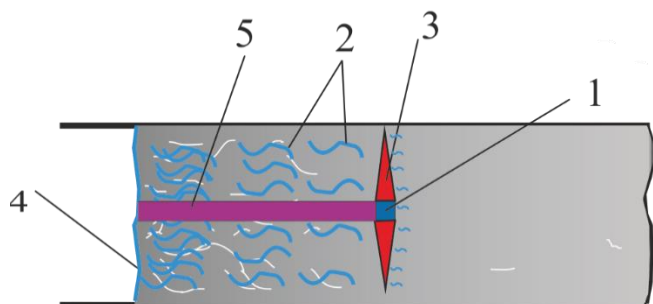


Рис. 3. Схема воздействия гидроотжима на угольный пласт: 1 – зона нагнетания;

2 – зона фильтрации воды; 3 – трещина гидроразрыва; 4 – поверхность забоя подготовительной выработки; 5 – зона герметизации скважины

Fig. 3. Diagram of the effect of hydraulic compression on the coal seam: 1 – injection zone; 2 – water filtration zone; 3 – hydraulic fracturing crack; 4 – surface of the bottom of the preparatory work; 5 – well sealing zone

Для предотвращения загазований подготовительной выработки в процессе нагнетания воды в пласт на расстоянии 15 – 20 м от забоя должен устанавливаться дополнительный датчик контроля концентрации метана, отключающий электродвигатель насосной установки при достижении порогового значения в 1%.

К недостаткам гидроотжима по сравнению с гидрорыхлением можно отнести: более высокую вероятность внезапного выброса, поскольку гидроотжим выполняется значительно ближе к забою, что требует повышенного контроля; отсутствие технологических параметров для его применения в условиях увеличения площади поперечного сечения современных подготовительных забоев (с момента разработки метода увеличение площади составило до 40%).

В то же самое время гидроотжим является более эффективным методом воздействия на пласт, так как вместе с насыщением водой происходит смещение призабойной поверхности в сторону выработки, а также образуется дополнительная система трещин от зоны нагнетания воды в сторону призабойной поверхности, что способствует интенсификации газоотдачи из призабойной части пласта. Гидроотжим является более контролируемым методом, поскольку при насыщении необходимого объема воды в процессе гидроразрыва не происходит гарантированного пропитывания зоны пласта исключительно в проекции выработки.

Таким образом, не совсем понятно, чем руководствовались разработчики Рекомендаций, исключая гидроотжим из комплекса противовыбросовых мероприятий. Вероятно, причиной является значительное увеличение вероятности внезапного выброса в ходе

работ на больших глубинах [2], однако на средних глубинах (до 500 м) этот метод не только эффективен, но и в значительной степени безопасен при надлежащем контроле.

Обсуждение. Современные возможности контроля процесса гидроотжима угольного пласта

В работах [12, 13] указывается на эффективность контроля параметров развития гидроотжима с помощью сейсмоакустического метода, что значительно повышает безопасность его проведения. Также отмечается резкое повышение концентрации метана в атмосфере выработки на заключительном этапе гидроотжима.

В руководстве [14] показаниям приборов контроля метана общешахтной системы аппаратуры газовой защиты отводится ведущая роль в мониторинге эффективности проведения гидроотжима (регулируемого гидроотжима). В годы разработки и активного внедрения гидроотжима оператор вручную считывал показатели концентрации с ленточных самописцев, что, по нашему мнению, повышало трудоемкость и снижало оперативность, надежность контроля и метода в целом.

Согласно [14], гидроотжим считается эффективным при определенных значениях снижения давления жидкости в гидросистеме и выдвигения угольной пачки (рассчитываются для конкретных условий), а также при повышении концентрации метана в выработке не менее чем на 0,2% во время гидроотжима. В настоящее время угольные шахты оснащаются в обязательном порядке цифровыми системами мониторинга рудничной атмосферы с функцией регистрации данных на сервере угольного предприятия. Данная информация позволяет анализировать, например, интенсивность

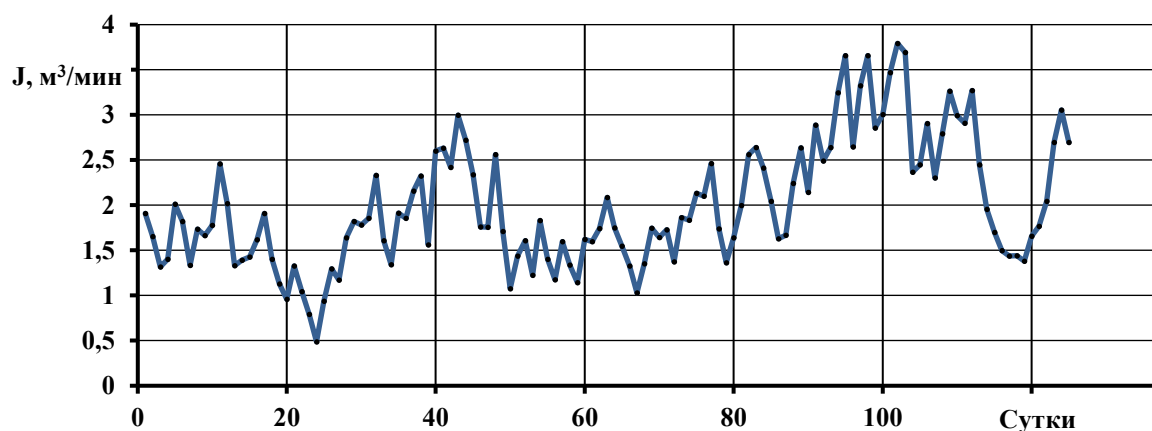


Рис. 4. Изменение метанообильности подготовительной выработки (среднесуточное усреднение)
Fig. 4. Change in methane abundance of preparatory production (average daily averaging)

выполнения гидроотжима при ведении горных

изменения газоотдачи пласта в процессе ведения горных работ.

На Рис. 4 приведен график изменения метанообильности подготовительной выработки (среднесуточные значения), на котором наблюдаются заметные колебания этого показателя (по данным системы газового контроля шахты «Чертинская») [15]. Значительные изменения газовой реакции угольного пласта отражают последствия реализуемых нелинейных процессов геомеханики и газокинетики в призабойной части пласта. Анализ реакции угольного пласта на основе данных шахтной системы аэрогазового контроля позволит усовершенствовать мониторинг для выполнения гидроотжима в безопасном режиме и предотвратить его переход к реализации внезапного выброса угля и газа.

Исследование взаимосвязи газогеохимических процессов в угольных пластах важно как при проходческих, так и при очистных работах [16, 17]. Совокупность таких исследований, а также изучение связи между проницаемостью и механическими напряжениями в пласте [18] могут повысить точность прогнозирования эффективности противовыбросных мероприятий [19–20].

Изучение газокинетической реакции угольных пластов актуально для оценки их газодинамической активности в процессе проведения выработок, например, для определения пересечения забоем границ зоны геологической нарушенности, в таких зонах, как правило, значительно изменяются механические свойства горных пород и их проницаемость. На Рис. 5 представлен пример количественной оценки газодинамической активности приконтурной части угольного пласта по данным метанообильности выработки с использованием условной шкалы развития геоструктурной

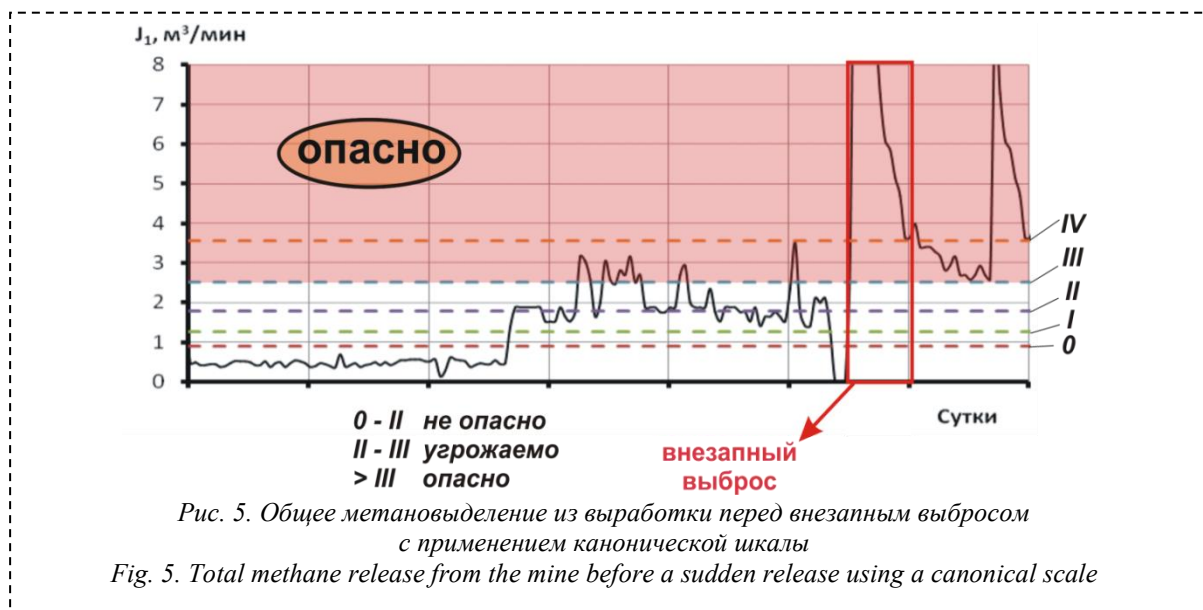
иерархии (пунктирные линии, обозначенные римскими цифрами) [21]. Достоверность этого метода подтверждена представительным объемом горнотехнических данных.

Выводы

Гидроотжим по сравнению с гидрорыхлением обладает не меньшим потенциалом с точки зрения эффективности, надежности и управляемости при использовании возможностей современных систем газового контроля. Однако для его широкого применения необходимо разработать новые технологические параметры, соответствующие условиям современных подготовительных забоев. Требуется уточнение, по каким причинам разработчики Рекомендаций исключили гидроотжим из комплекса противовыбросных мероприятий, поскольку его исключение лишает возможности применения широкого спектра решений по снижению газодинамической опасности высокогазоносных угольных пластов. Правильный выбор метода гидровоздействия в сложных горно-геологических и горнотехнологических условиях — ключевой фактор обеспечения безопасности и эффективности при проведении подготовительных выработок. Современные системы мониторинга параметров рудничной атмосферы представляют собой возможность для повышения контроля эффективности противовыбросных мероприятий и снижения рисков возникновения аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В. С., Ли Х. У., Иванов В. В. Опыт применения неразрушающего гидровоздействия на угольный массив для предотвращения опасности по газодинамическим проявлениям // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2023. № 2. С. 12–20.
2. Никифоров А. В., Рыжков М. Ф., Бондаренко



- А. Д. О совместимости гидрорыхления пласта для предотвращения внезапных выбросов и нагнетания воды для пылеподавления // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. 2023. № 2 (61). С. 14–20.
3. Zhang B., Sun D., Zheng R. Evolution Law of Coal Seam Abutment Pressure under the Influence of Shallow Buried Complex Strata: A Case Study [Text] // Shock and Vibration. 2021. Vol. 2021. 13 p. DOI: 10.1155/2021/6670175.
4. Лобков Н. И., Маевский В. С., Радченко А. Г. Совершенствование способов безопасного ведения горных работ в зонах геологических нарушений на шахтах Донбасса // Труды РАНМИ. 2024. № 4(42). С. 73–83. DOI: 10.24412/2519-2418-2024-442-73-83.
5. Zhao S., Cao D., Shan. Crack propagation and crack direction changes during the hydraulic fracturing of coalbed // Computers and Geotechnics. 2019. № 111. Pp. 229–242.
6. Шадрин А. В. Определение приемлемости для конкретных условий способов гидрообработки угольного пласта по результатам акустико-эмиссионного контроля // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2024. № 4. С. 5–21.
7. Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang, Shouqing Lu, Kan Jin. Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2015. Vol. 24. Pp. 245–251.
8. Yao Banghua, Ma Qingqing, Wei Jianping, Ma Jianhong, Cai Donglin. Effect of protective coal seam mining and gas extraction on gas transport in a coal seam // International Journal of Mining Science and Technology. 2016. Vol. 26. Iss. 4. Pp. 637–643.
9. Wei Jianping, Wang Honglei, Wang Dengke, Yao Banghua. An improved model of gas flow in coal based on the effect of penetration and diffusion // Journal of China University of Mining and Technology. 2016. Iss. 5. Pp. 873–878.
10. Ruimin Feng, Harplani S., Pandey R. Laboratory measurement of stress-dependent coal permeability using pulsedecay technique and flow modeling with gas depletion // Fuel. 2016. Vol. 177. Pp. 76–86.
11. Чернов О. И. Развитие метода комплексной борьбы с угольной пылью, горными ударами, газовыделениями, внезапными выбросами угля и газа и эндогенными пожарами в угольных шахтах // Сборник трудов всесоюзного научно-технического совещания по методам нагнетания воды в угольные пласты, состоявшегося в г. Кемерово 3–4 июля 1963 г. М.: Недра, 1965. С. 7–65.
12. Пузырев В. Н., Шадрин А. В., Зыков В. С., Крючков В. И. Комплексный контроль гидроотжима выбросоопасного пласта сейсмоакустическим методом и аппаратурой контроля метана // Повышение безопасности труда на шахтах: Научные труды ВостНИИ. Кемерово, 1986. С. 3–10.
13. Пузырев В. Н., Шадрин А. В., Спирина Г. Ф. [и др.] Авторское свидетельство № 911048 А1 СССР, МПК E21F 5/02. Способ профилактической обработки горного массива и устройство для его осуществления: № 2936476; заявл. 17.04.1980; опубл. 07.03.1982; заявитель Восточный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности. EDN JMHOUUM.
14. Полевщиков Г. Я., Розанцев Е. С., Лохов В. И., Крючков В. И. Руководство по применению безопасного и контролируемого способа интенсивной дегазации призабойной части пласта для предотвращения внезапных выбросов угля и газа с использованием эффекта гидроотжима и аппаратуры контроля метана (регулируемый гидроотжим). Кемерово: ВостНИИ, 1987. 16 с.
15. Плаксин М. С. Развитие метода автоматизированного контроля газодинамической активности призабойной зоны угольного пласта при проведении подготовительных выработок // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2014. № 2. С. 23–28.
16. Шинкевич М. В., Козырева Е. Н. Взаимосвязи основных особенностей процессов разгрузки и сдвижения вмещающих пород с динамикой выделения метана из разрабатываемого пласта при его отработке длинными выемочными столбами // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6. С. 17–19.
17. Козырева Е. Н. Комплексный прогноз динамики метанообильности высокопроизводительных выемочных участков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 6.1 (43). С. 95–97.
18. Тайлаков О. В., Уткаев Е. А., Смыслов А. И. Физическое моделирование изменения фильтрационных свойств угольных пластов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. №6(106). С. 13–16.
19. Клишин В. И., Кокоулин Д. И., Кубанычбек Б. Разупрочнение угольного пласта, в качестве метода интенсификации выделения метана // Уголь. 2010. № 4. С. 40–42.
20. Полевщиков Г. Я., Козырева Е. Н., Шинкевич М. В. Основы эффективной разработки углеметановых месторождений Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 3. С. 8–11.
21. Плаксин М. С. Основы оперативного метода оценки газодинамической активности угольного пласта при проведении подготовительных выработок // Сборник научных трудов. Выпуск 2 «Пути повышения эффективного и безопасного освоения пластовых месторождений полезных ископаемых подземным способом». М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2014. С. 235–239.

© 2026 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Плаксин Максим Сергеевич, к.т.н., старший научный сотрудник, доцент, Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, 650065, Россия, г. Кемерово, проспект Ленинградский, 10, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, e-mail: plaksin@bk.ru

Родин Роман Иванович, научный сотрудник, преподаватель, Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, 650065, Россия, г. Кемерово, проспект Ленинградский, 10, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, e-mail: rodinri@mail.ru

Иванов Геннадий Викторович, д.т.н., профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, e-mail: igv@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Плаксин Максим Сергеевич – постановка исследовательской задачи, сбор и анализ данных, выводы.

Родин Роман Иванович – обзор соответствующей литературы, написание текста.

Иванов Геннадий Викторович – концептуализация исследования, научный менеджмент.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF HYDRAULIC COMPRESSION AND HYDRAULIC LOOSENING OF THE COAL SEAM DURING PREPARATORY WORKINGS

Maxim S. Plaksin^{1,2}, Roman I. Rodin^{1,2},
Gennady V. Ivanov²

¹ Institute of Coal FRC CCC SB RAS

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: plaksin@bk.ru



Article info

Received:

19 September 2025

Accepted for publication:

15 May 2026

Accepted:

11 June 2026

Published:

29 June 2026

Keywords: coal seam, hydraulic compression of the formation, hydraulic loosening of the formation, methane abundance of workings, mining safety, gas kinetic reaction of the coal seam, sudden release

Abstract.

The relevance of the presented work is due to the need to ensure safe mining operations during the development of explosive formations. This article is devoted to the analysis of methods of hydraulic action on high-gas-bearing coal seams during preparatory workings, with special attention to methods of hydraulic loosening and hydraulic compression of the formation. The features and effectiveness of the methods, their advantages and disadvantages, as well as issues of controllability and safety when performing these processes are considered. Hydraulic loosening is based on high-pressure injection of water, which causes the destruction of the massif and reduces the loads on the reservoir, however, its uncontrollability and the risk of uneven processing are cause for concern. Hydraulic compression allows for more precise control of the process and contributes to the displacement of the bottom-hole surface, significantly increasing gas output and ensuring safe mining conditions in an operational mode. However, hydraulic compression requires increased control due to the possibility of sudden emissions of coal and gas, especially at great depths. As a means of control, the authors of the article propose using the capabilities of modern methane concentration and gas extraction monitoring systems, which will improve safety and efficiency during hydraulic compression. The issue of the validity of the abolition of hydraulic compression in modern regulatory documents is raised, as well as the prospects for increasing control and the use of seismoacoustic methods to assess the state of the reservoir. The main conclusions indicate that there are significant differences between hydraulic compression and hydraulic loosening in terms of their impact on the carboniferous massif. The exclusion of hydraulic compression as a method of

controlling sudden emissions of coal and gas deprives coal mines of an important tool, since the mining and geological conditions of mining operations are characterized by a significant variation in parameters and require a creative approach to ensure safe mining conditions. At the same time, it is necessary to adapt the parameters of hydraulic compression, taking into account the mining and technological conditions in modern coal mines, especially in terms of monitoring the progress of its implementation

For citation: Plaksin M.S., Rodin R.I., Ivanov G.V. Comparative assessment of the effectiveness of hydraulic compression and hydraulic loosening of the coal seam during preparatory workings. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2026; 2(174):115-123. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-115-123, EDN: ALPCXS

REFERENCES

- Zykov V.S., Lee H.U., Ivanov V.V. Experience of using non-destructive hydraulic action on a coal massif to prevent hazards from gas-dynamic manifestations. *Bulletin of the Scientific Center for Safety of work in the coal industry*. 2023; 2:12–20.
- Nikiforov A.V., Ryzhkov M.F., Bondarenko A.D. On the compatibility of hydraulic fracturing to prevent sudden emissions and injection of water for dust suppression. *Ways and means of creating safe and healthy working conditions in coal mines*. 2023; 2(61):14–20.
- Zhang B., Sun D., Zheng R. Evolution Law of Coal Seam Abutment Pressure under the Influence of Shallow Buried Complex Strata: A Case Study [Text]. *Shock and Vibration*. 2021; 2021:13. DOI: 10.1155/2021/6670175.
- Lobkov N.I., Mayevsky V.S., Radchenko A.G. Improving the methods of safe mining operations in areas of geological disturbances in the mines of Donbass. *Proceedings of RANIMI*. 2024; 4(42):73–83. DOI: 10.24412/2519-2418-2024-442-73-83.
- Zhao S., Cao D., Shan. Crack propagation and crack direction changes during the hydraulic fracturing of coalbed. *Computers and Geotechnics*. 2019; 111:229–242.
- Shadrin A.V. Determination of acceptability for specific conditions of methods of hydrotreating a coal seam based on the results of acoustic emission control. *Bulletin of the VostNII Scientific Center for Industrial and Environmental Safety*. 2024; 4:5–21.
- Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang, Shouqing Lu, Kan Jin. Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2015; 24:245–251.
- Yao Banghua, Ma Qingqing, Wei Jianping, Ma Jianhong, Cai Donglin. Effect of protective coal seam mining and gas extraction on gas transport in a coal seam. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2016; 26(4):637–643.
- Wei Jianping, Wang Honglei, Wang Dengke, Yao Banghua. An improved model of gas flow in coal based on the effect of penetration and diffusion. *Journal of China University of Mining and Technology*. 2016; 5:873–878.
- Ruimin Feng, Harplani S., Pandey R. Laboratory measurement of stress-dependent coal permeability using pulsedecay technique and flow modeling with gas depletion. *Fuel*. 2016; 177:76–86.
- Chernov O.I. Development of a method for integrated control of coal dust, mining impacts, gas emissions, sudden emissions of coal and gas and endogenous fires in coal mines. *Proceedings of the All-Union scientific and technical meeting on methods of pumping water into coal seams, held in Kemerovo on July 3-4, 1963*. Moscow: Nedra; 1965. Pp. 7–65.
- Puzyrev V.N., Shadrin A.V., Zykov V.S., Kryuchkov V.I. Integrated control of hydraulic compression of an explosive reservoir by the seismoacoustic method and methane control equipment. *Improving labor safety in mines: Scientific Papers of VostNII. Kemerovo*, 1986. Pp. 3–10.
- Puzyrev V.N., Shadrin A.V., Spirina G.F. [et al.] Copyright certificate No. 911048 A1 of the USSR, IPC E21F 5/02. A method of preventive treatment of a mountain range and a device for its implementation: № 2936476: application 17.04.1980: published 07.03.1982; the applicant is the Eastern Research Institute for the Safety of Work in the Mining Industry. EDN JMHOUM.
- Polevshchikov G.Ya., Rozantsev E.S., Lokhov V.I., Kryuchkov I. Guidelines for the use of a safe and controlled method of intensive degassing of the bottom-hole part of the reservoir to prevent sudden emissions of coal and gas using the hydraulic compression effect and methane control equipment (controlled hydraulic compression). Kemerovo: VostNII; 1987. 16 p.
- Plaksin M.S. Development of a method for automated control of the gas-dynamic activity of the bottom-hole zone of a coal seam during preparatory workings. *Bulletin of the Scientific Center for Safety of Work in the Coal Industry*. 2014; 2:23–28.
- Shinkevich M. V., Kozyreva E. N. Interrelations of the main features of the processes of unloading and displacement of host rocks with the dynamics of methane release from the developed reservoir during its development by long excavation pillars. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2006; 6:17–19.
- Kozyreva E.N. Comprehensive forecast of the dynamics of methane abundance in high-performance

excavation sites. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2004; 6.1(43):95–97.

18. Tailakov O.V., Utkaev E.A., Smyslov A.I. Physical modeling of changes in filtration properties of coal seams. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2014; 6(106):13–16.

19. Klishin V. I., Kokoulin D. I., Kubanychbek B. Softening of the coal seam as a method of intensification of methane release. *Coal*. 2010; 4:40–42.

20. Polevshchikov G. Ya., Kozyreva E. N., Shinkevich M. V. Fundamentals of effective

development of coal-methane deposits in Kuzbass. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2011; 3:8–11.

21. Plaksin M. S. Fundamentals of the operational method for assessing the gas-dynamic activity of a coal seam during preparatory workings. *Collection of scientific papers. Issue 2 "Ways to improve the efficient and safe development of stratified mineral deposits by underground method"*. Moscow: Gornoe Delo Publishing House, Cimmerian Center LLC; 2014. Pp. 235–239.

© 2026 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Maxim S. Plaksin, candidate of technical sciences, Senior researcher¹, Associate professor², Institute of Coal FRC CCC SB RAS, 650065, Russia, Kemerovo, Leningradsky Avenue, 10, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: plaksin@bk.ru

Roman I. Rodin, research collaborator¹, teacher², Institute of Coal FRC CCC SB RAS, 650065, Russia, Kemerovo, Leningradsky Avenue, 10, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: rodinri@mail.ru

Gennady V. Ivanov, doctor of technical sciences, professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: igv@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Maxim S. Plaksin – setting a research task, collecting and analyzing data, conclusions.

Roman I. Rodin – review of relevant literature, writing the text.

Gennady V. Ivanov – conceptualization of research, scientific management.

All authors have read and approved the final manuscript.

