

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Баёва Михаила Алексеевича

### «ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТРЕЩИН ГИДРОРАЗРЫВА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ МЕТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕСКОВ МЕСТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика,  
разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

#### **Актуальность темы диссертации**

В современных условиях угле- и метанодобычи существует тенденция к снижению дебита дегазационных скважин, и тем более крайне затруднен процесс газовыделения из неразгруженного от горного давления угольного пласта из-за недостатка фильтрующих каналов. Дегазация проводится как в скважинах, пробуренных с поверхности, так из подземных выработок шахт. По данным мониторинга дегазационных систем на глубинах от 500 метров эффективность дегазации составляет менее 10 % при плотности бурения скважин 3-5 метров и их работе более 1 года. Для интенсификации дегазации из низкопроницаемых угольных пластов необходимо применять различные способы воздействия на угольный массив. Одним из путей решения этой задачи является создание искусственных трещин методами гидравлического разрыва пласта и закрепление трещин пропантом, предотвращая «затекание» трещин и обеспечивая необходимую проницаемость; при этом использовать в качестве пропанта местный материал для снижения стоимости закрепляющего агента и процесса ГРП в целом. Поэтому решение задачи по обоснованию параметров процесса закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов при извлечении метана с использованием песков местных месторождений является актуальной темой для научного исследования.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Все защищаемые научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, аргументированы, обоснованы и подтверждены проведенными исследованиями.

Автором вынесено на защиту три научных положения.

Разработанная методика определения критической скорости потока гидро-



смеси в трещине разрыва и интенсивности фильтрации транспортирующей жидкости в угольный пласт, проведенные серии численных экспериментов и выполненный анализ полученных результатов позволили доказать первое научное положение, что интенсивность фильтрации транспортирующей жидкости в угольный пласт линейно зависит от коэффициента проницаемости пласта и кубически от раскрытия трещины гидроразрыва, незначительно зависит от давления на скважине и линейно влияет на фазовую проницаемость трещины разрыва, при этом в горизонтальной трещине значение интенсивности фильтрации в 2–8 раз больше, чем в вертикальной и может достигать 90 %.

Автором приведены методики и представлены результаты изучения физических свойств песков месторождений Кемеровской области и ближайших регионов. Выполненные исследования по выявлению зависимости степени раздавливания песка различных фракций от насыпной плотности доказали второе научное положение, что массовая доля гранул песка, разрушенных под действием сжимающей нагрузки, линейно уменьшается с увеличением насыпной плотности, при этом насыпная плотность песков местных месторождений возрастает с увеличением фракции и находится в диапазоне от 1,20 до 1,58 г/см<sup>3</sup>.

Проведенные лабораторные эксперименты на установке по определению проницаемости закрепленной песком трещины гидроразрыва, разработанной и изготовленной с участием автора, полученные результаты вычислений коэффициента проницаемости показали, что наиболее перспективными для закрепления трещин гидроразрыва на метаноугольных месторождениях Кузбасса являются кварцевые пески местных месторождений, и доказано третье научное положение, что применение песков местных месторождений фракций от (0,8 – 0,4) мм до (0,4 – 0,2) мм и учет гидродинамических особенностей движения гидросмеси в трещине разрыва обеспечивают ее проницаемость в пределах  $(42 - 112) \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$  и увеличение дебита скважины в 1,5–2 раза при проведении гидроразрыва угольных пластов проницаемостью менее  $10 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  на глубине до 1400 м.

На основании сформулированных положений и полученных основных результатов диссертационного исследования автором получена математическая модель течения гидросмеси в трещине гидроразрыва и обоснованы основные гидродинамические параметры процесса закрепления трещин гидроразрыва, разработаны рекомендации по выбору кварцевых песков для закрепления трещин гидроразрыва на метаноугольных месторождениях.



## **Оценка достоверности и новизны полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Достоверность и новизна полученных Баёвым Михаилом Алексеевичем результатов, выводов и рекомендаций обеспечены проведенным анализом состояния проблем извлечения метана из неразгруженных от горного давления угольных пластов и методов интенсификации газоотдачи из них, корректной постановкой задач, достаточным объемом экспериментальных исследований, использованием современного лабораторного оборудования, применением стандартизированных экспериментальных исследований и элементов физического и численного моделирования, статистической и аналитической обработкой полученных результатов.

## **Значимость для науки и практики полученных результатов, конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Значимость результатов диссертационной работы для науки заключается в разработке методики расчета интенсивности фильтрации транспортирующей жидкости в угольный пласт с учётом особенностей проявления свойств закрепляющего материала и определении условий его применения в трещинах разрыва.

Практическая значимость работы заключается в определении состава и физических свойств песка, необходимого расхода гидросмеси и концентрации закрепляющего материала в её составе в виде методических рекомендаций по определению проницаемости закрепленных песком трещин гидроразрыва угольных пластов при промысловой добыче метана вертикальными скважинами, пробуренными с поверхности.

## **Оценка содержания диссертации, ее завершенности и оформления**

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, написана автором самостоятельно, технически грамотным языком и аккуратно оформлена. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 187 наименований, изложена на 137 страницах машинописного текста и содержит 22 рисунка, 16 таблиц. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Тематика диссертационной работы соответствует паспорту специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

В работе представлены результаты аналитических и экспериментальных ис-



следований процесса закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов с использованием песков местных месторождений, обеспечивающих повышение проницаемости.

Полученные автором результаты обладают достаточной новизной и достоверностью, выводы и заключения обоснованы.

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, обсуждались на различных научно-практических конференциях и симпозиумах.

### **Замечания по диссертации**

1. В лабораторном опыте по определению проницаемости (глава 4 диссертации, рис. 4.3) в качестве рабочей жидкости применяют водопроводную воду. По объему профильтровавшейся жидкости вычисляют коэффициент проницаемости закрепленной пропантом (песком) трещины. Можно ли для исследуемых образцов определить газопроницаемость – важную характеристику для оценки эффективности технологии заблаговременного извлечения метана с поверхности с применением гидроразрыва?

2. При оценке технико-экономической эффективности процесса закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов (глава 4 диссертации, формулы 4.10, 4.12, таблица 4.11) выполнен расчёт максимального среднесуточного дебита газа вертикальной скважины, в том числе с гидроразрывом. Однако суточная продуктивность метанодобывающей скважины неравномерна, поэтому была бы интересна оценка изменения дебита метана, каптируемого за все время работы скважины с момента ввода в эксплуатацию до момента отключения от дегазационной сети с учетом «затекания» трещин гидроразрыва.

3. Дополнительно можно было выполнить экспериментальные исследования с целью проверки и уточнения полученного в п. 2.2 диссертации выражения для определения критической скорости течения гидросмеси.

4. В третьей главе не рассмотрен вопрос подбора оптимального соотношения фракций песка, обеспечивающего максимально возможную для песка данного месторождения проницаемость закрепленной трещины.

5. Во второй и четвертой главах диссертации для обозначения параметров трещины гидроразрыва используются различные обозначения.

Указанные замечания носят частный характер, не снижают ценности проведенных исследований и не влияют на положительную оценку диссертации.



## Заключение

Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи обоснования параметров процесса закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов при извлечении метана с использованием песков местных месторождений, имеющей существенное значение для промышленной добычи метана угольных пластов и совершенствования существующих методов дегазации на угольных шахтах, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Баёв Михаил Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент

кандидат технических наук,

ведущий научный сотрудник лаборатории

газодинамики угольных месторождений

Института угля Федерального

исследовательского центра угля

и углехимии СО РАН,

тел: 8-923-608-0220, e-mail: gas\_coal@icc.kemsc.ru

650065, проспект Ленинградский, 10, г. Кемерово, Россия

25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород,

рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

« 30 » декабря 2020 г.

Козырева Елена Николаевна



|                        |         |         |
|------------------------|---------|---------|
| Заверяю подпись        |         |         |
|                        |         |         |
| Ф.И.О.                 |         |         |
| ФИЦ УУХ СО РАН         |         |         |
| (Институт угля СО РАН) |         |         |
| « 30 »                 | 14      | 2020 г. |
|                        |         |         |
| Подпись                | Фамилия |         |