

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Ушакова Сергея Юрьевича «Обоснование параметров устройств разупрочнения породных прослоек угольных пластов для разрушения резанием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины».

Рецензируемая работа изложена на 111 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы из 112 наименований и 4 приложений, содержит 48 рисунков, 11 таблиц.

### **1. Актуальность темы работы**

Потребность в угле постоянно возрастает для промышленности в качестве сырья и топлива. При этом добыча угля становится все более трудной и требует введения инноваций в отрасль для снижения себестоимости и повышения качества труда персонала, как при подземной, так и при открытой разработке месторождений. Зачастую месторождения угля осложняются наличием пропластков различного химического состава, что снижает качество угля и существенно затрудняет разработку таких месторождений. Данная проблема особенно актуальна для различных процессов взаимодействия рабочих органов горных машин с породным массивом. В частности, при высокоэффективном способе разрушения массива угля резанием исполнительные органы горных машин, сталкиваясь с локальными более крепкими включениями, испытывают сложные динамические нагрузки, что снижает их надежность и долговечность, приводит к значительному увеличению расхода режущего инструмента

Одним из наиболее перспективных способов разупрочнения горных пород, с точки зрения безопасности, производительности и экологичности, является метод направленного гидроразрыва (НГР). Однако, данная технология не позволяет значительно снизить прочность породных прослоек, с точки зрения их физико-механических свойств. Кроме того, существующие конструкции герметизирующих устройств не предназначены для проведения поинтервальных гидроразрывов в массиве с различными прочностными характеристиками. В своей работе автор выполнил исследования, заключающиеся в выборе и обосновании параметров устройства разупрочнения породных прослоек угольных пластов для последующего разрушения резанием. В связи с этим, рецензируемая диссертационная работа С.Ю. Ушакова, посвященная обоснованию параметров устройств разупрочнения породных прослоек угольных пластов для разрушения резанием, является актуальным научным исследованием, имеющим большую практическую ценность.

### **2. Оценка новизны, научной и практической значимости, достоверности, обоснованности научных результатов, полученных в диссертации**

Основными результатами диссертационной работы С.Ю. Ушакова, имеющими научную ценность, следует признать:

1. обоснование необходимости предварительной пропитки водно-кислотными растворами с концентрацией соляной кислоты 5–15 % для снижения прочности породного прослойка угольного пласта до значений, обеспечивающих применение механического способа разрушения резанием;
2. обоснование применения клапана-синхронизатора с обратной схемой установки запирающего элемента и проходным отверстием 4,5–4,8 мм при расходе рабочей жидкости от 20 до 40 л/мин для устойчивого снижения уровня вибрации гидросистемы нагнетания водно-кислотных растворов в скважины поинтервального гидроразрыва;
3. определение рациональных параметров сетки проведения поинтервальных гидроразрывов, которые характеризуются шагом заложения скважин по длине очистного столба – 10 м, интервалом гидроразрывов по длине скважины – 2–3 м и реализацией поинтервальных гидроразрывов за 5 суток до подхода очистного забоя.

Практическую ценность диссертационной работы С.Ю. Ушакова имеют:

Основные результаты диссертационных исследований, позволяющие снизить прочность породных прослоек угольного пласта в зависимости от режима насыщения горных пород водными растворами с применением предложенной универсальной конструкции уравновешенного герметизатора при проведении поинтервальных гидроразрывов. Данные результаты рекомендованы к использованию на угольных шахтах для повышения производительности очистных комбайнов, обрабатывающих угольные пласты с породными прослойками.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена в работе достаточной аргументированностью принятых допущений; сравнением аналитических результатов, полученных на основе используемых теорий, с существующими экспериментальными данными; применением современной аппаратуры и методов обработки экспериментальных данных; удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы глубокой теоретической проработкой научной проблемы, применением современного математического аппарата для проведения исследований; экспериментальным подтверждением основных теоретических выводов.

### 3. Оценка содержания работы

Рецензируемая диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения.

**Первая глава** посвящена изучению существующих способов обработки угольных пластов с породными прослойками и породными включениями и средства их реализации (химические, буровзрывные, механические, гидравлические и др.), выделены их достоинства и недостатки, сформулированы цель и задачи исследований. Обоснован вывод о целесообразности развития метода поинтервального гидроразрыва с последующим разупрочнением породного прослойка водными растворами с целью снижения его прочности для разрушения резанием. В главе сформулированы направления совершенствования технических устройств для разупрочнения породных прослоек угольных пластов. Показано резкое снижение эксплуатационных показателей работы очистных комбайнов в угольных пластах с породными прослойками с прочностью на сжатие  $\sigma$  от 40 МПа до 80 МПа, характеризуемое увеличением энергоёмкости разрушения в 2,5 – 3 раза

и расхода режущего инструмента в 3 – 4,5 раза при снижении скорости подачи в 2 – 2,5 раза. Обоснована необходимость совершенствования устройств и оборудования для реализации метода поинтервального гидроразрыва на этапе предварительного разупрочнения породных прослоек угольных пластов под последующее разрушение режущим инструментом очистных комбайнов.

**Во второй главе** приведены результаты и анализ экспериментальных исследований изменения прочностных свойств породного прослойка при пропитке его водой и растворами соляной кислоты различной концентрации на примере образцов породного прослойка угольного пласта «Абрамовский», обрабатываемого шахтой «Романовская».

Определены средние значения прочности на сжатие образцов породного прослойка угольного пласта «Абрамовский» шахты «Романовская» Автором установлена продолжительность водонасыщения опытных образцов породного прослойка, удельный объем поглощаемой породным прослойком воды. Автором определено снижение прочности образцов прослойка от времени водонасыщения в течение пяти суток как для перпендикулярного от 50 МПа до 27 МПа, так и для продольного от 25 МПа до 14 МПа расположения естественной трещиноватости по обратно-пропорциональным зависимостям, а также увеличения глубины пропитки породы водой. Определена рациональная концентрация соляной кислоты в растворе.

**В третьей главе** рассмотрены вопросы создания герметизирующего устройства для направленного гидроразрыва породного прослойка. Автором рассмотрены известные конструкции уравновешенных герметизаторов, используемых для проведения гидроразрывов прочных горных пород и показано, что они конструктивно не адаптированы к проведению работ в тонких породных прослойках, залегающих внутри угольного массива. Для создания уравновешенного герметизатора для поинтервального гидроразрыва предложено последовательно объединить два герметизатора типа «Таурс» специальным клапаном, позволяющим синхронизировать их работу в начальный период герметизации и осуществлять доступ рабочей жидкости в загерметизированный участок скважины. Автор обосновал выбор конструкции специального клапана, соединяющего два герметизатора. При исследовании совместной работы герметизаторов в начальный период времени найдено техническое решение уравновешивания скоростных напоров, заключающееся в применении обратной схемы установки запирающего элемента клапана – синхронизатора КС-1. Обоснованы рациональные и конструктивные параметры.

**В четвертой главе** представлены результаты шахтных экспериментов разработанных конструкций для нагнетания соляных растворов методом поинтервальных гидроразрывов. С учетом данных, полученных в ходе лабораторных исследований, петрографического состава прослойка, автор использует в качестве рабочей жидкости 10%-й раствор соляной кислоты. При проведении эксперимента по проведению гидроразрывов с использованием усовершенствованного клапана, вибрация, выявленная в лабораторных условиях не наблюдалась, что свидетельствует об эффективности конструкции клапана. В главе обоснована схема заложения скважин в породном прослойке угольного пласта, водно-кислотное насыщение которых с применением поинтервального гидроразрыва при длительности пропитки не менее 5 суток обеспечило

существенное снижение его прочности по сравнению с естественным необработанным состоянием.

Таким образом, в результате проведенных исследований создан и испытан в лабораторных и естественных условиях прототип устройства разупрочнения породных прослойковоугольных пластов для разрушения резанием. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования для определения и обоснования параметров уравновешенного герметизатора.

4. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертация, представленная Ушаковым Сергеем Юрьевичем «Обоснование параметров устройств разупрочнения породных прослойков угольных пластов для разрушения резанием» соответствует паспорту специальности 05.05.06 – «Горные машины»: пунктам 2, 3, 4 паспорта специальности.

Основные положения диссертации изложены в 8 печатных работах, в том числе 6 работах в журналах из перечня ВАК РФ.

Работа прошла достаточную апробацию на научно-технических конференциях. Содержание автореферата в целом соответствует основным положениям диссертации.

5. Замечания по диссертационной работе

1. В работе не приведен сравнительный анализ характеристик и ресурса известных герметизирующих устройств для гидроразрыва породного прослойка. И поскольку автор разрабатывает новое устройство, опираясь на использование герметизатора типа «Таурс», требует пояснения вывод о том, что последний является наиболее надежным и универсальным для герметизации скважин.

2. Из результатов проведенных экспериментов по водонасыщению образцов породы (рис. 2.3) и выражение (2.6) не видно как изменяется скорость уменьшения прочности в связи с предельным водонасыщением за период в 5 суток. Как согласуется линейная зависимость на рис. 2.3 с нелинейной зависимостью на рис. 2.5?

3. Из выражений (7) и (8) автореферата следует, что золотниковый синхронизатор открыт и закрыт одновременно при равенстве левой и правой частей выражения. При этом в диссертации выражения (3.1) и (3.2) отличаются. Какие выражения верные и что происходит при выполнении равенства?

4. В диссертации предложена новая конструкция клапана и конструктивно решена задача работы клапана без существенных вибраций. Однако автором не достаточно раскрыто за счет чего новая конструкция клапана снижает колебание скоростного напора. Возникновение пульсации клапана связано со сбрасыванием давления в сечении I-I при открывании клапана (рис. 3.17). В предложенной конструкции (рис. 3.20) сбрасывание давления в районе седла клапана тоже неизбежно. Как показал эксперимент, такая конструкция более эффективна. При этом для объяснения данного процесса в переходном режиме, в выражении (3.3) необходимо учесть снижение  $P_T$  в его правой части при открывании клапана. Как же новая схема клапана сглаживает снижение  $P_T$  при его открывании?

5. В качестве замечания по оформлению следует отметить не очень качественное оформление некоторых рисунков и формул.

#### **Заключение:**

Исследование проведено на современном уровне с использованием физического моделирования процесса водонасыщения породы, специально разработанного стенда, с экспериментальным подтверждением достоверности полученных результатов. Результаты исследования, полученные автором, достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа хорошо оформлена. Основные положения диссертации изложены в 8 печатных работах, в том числе в 6 работах в журналах из перечня ВАК РФ.

Автореферат соответствует содержанию работы, отражает основные научные положения, выводы, рекомендации, научную и практическую ценность работы.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы, апробированы на конференциях и известны научной общественности.

Таким образом, диссертационная работа Ушакова Сергея Юрьевича «Обоснование параметров устройств разупрочнения породных прослоек угольных пластов для разрушения резанием» выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует п. 9 - 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация соответствует специальности 05.05.06 – «Горные машины».

Автор работы, Ушаков Сергей Юрьевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины».

#### **Официальный оппонент:**

доктор технических наук, профессор кафедры «Горные машины и комплексы»  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ), доцент

А.О. Шигин

Научная специальность – 05.05.06 «Горные машины»

Подпись Шигина Андрея Олеговича



ФГАОУ ВО СФУ

Подпись \_\_\_\_\_ заверяю  
\_\_\_\_\_

Почтовый адрес ФГАОУ ВО СФУ:  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79

тел: 8 (391) 206-36-62;

8 (913) 186-2659

E-mail: shigin27@rambler.ru; shigin\_ao@mail.ru