

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента

Вороновой Элеоноры Юрьевны на диссертацию

Шишлянникова Дмитрия Игоревича «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
05.05.06 – Горные машины

На отзыв представлены рукопись и автореферат диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и восьми приложений. Содержание диссертации составляют 273 страницы машинописного текста, содержащего 112 рисунков, 16 таблиц, библиографический список из 215 наименований. Содержание автореферата изложено на 40 страницах машинописного текста, в составе которого 16 рисунков и 4 таблицы.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Повышение эффективности работы предприятий калийной отрасли обеспечивается посредством совершенствования техники и технологии добычи калийной руды механизированными комбайновыми комплексами. В настоящее время добыча калийно-магниевых солей на рудниках России осуществляется преимущественно проходческо-очистными комбайнами с пространственными планетарно-дисковыми исполнительными органами, оснащенными режущим рабочим инструментом.

Разработка научной методологии формирования и эксплуатации проходческо-очистных комбайнов как энергоэффективных объектов калийных рудников может быть реализована на основе выявления закономерностей сложных процессов разрушения калийной руды резанием как последовательности образования элементарных сколов, составляющих

срез, погрузки и транспортирования отбитой руды заданного гранулометрического состава.

В связи с указанным, тема диссертации Шишлянникова Дмитрия Игоревича «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования» является актуальной, представляет научный и практический интерес.

2. Научная новизна работы

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и достоверны, так как они базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных ученых в области разрушения горных пород и механизированной добычи калийно-магниевого руд, а также на представительных результатах выполненных автором экспериментальных исследований.

Новизна научных выводов и рекомендаций заключается в обосновании возможности формирования геометрических параметров последовательных элементарных сколов, составляющих срез, при разрушении калийной руды перекрестными резами. Автором установлено закономерное изменение нагрузок, действующих на породоразрушающий инструмент и приводы проходческо-очистных комбайнов, при реализации процесса разрушения калийного массива резанием. Разработана методология обеспечения минимизации удельных затрат энергии на разрушение калийного массива резцами планетарно-дисковых исполнительных органов посредством активного управления приводными двигателями проходческо-очистных комбайнов.

3. Практическая значимость диссертационной работы

Значение полученных автором результатов исследований для практики подтверждается следующим:

– определён рациональный диапазон отношения шага резания к средней толщине стружки t/h , обеспечивающий снижение удельных затрат энергии и уменьшение количества труднообогатимых классов в добываемой калийной руде при разрушении массива резцами проходческо-очистных комбайнов;

– установлена возможность влияния на изменение силовых параметров, энергетических показателей и гранулометрический состав продуктов отбойки в процессе разрушения калийной руды резанием формированием геометрических параметров последовательных элементарных сколов, составляющих срез;

– разработана методика и выполнены экспериментальные исследования процесса отделения последовательных элементарных сколов от блоков калийной руды при резании полноразмерным одиночным резцом на лабораторном стенде;

– предложены перспективные конструкции исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов, осуществляющих разрушение калийного массива с использованием перекрестной схемы резания.

Результаты исследования являются актуальными и нашли практическое применение на предприятиях горной отрасли.

4. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в четырех положениях, выносимых на защиту.

При доказательстве *первого защищаемого положения* автором выполнен теоретический анализ процесса формирования крупных сколов при разрушении калийной руды перекрестными резами. Показано, что пересекающиеся резы создают поверхность забоя сложной геометрической формы, характеризуемую наличием чередующихся выступов и зон локализации наведенных ослаблений. Отделение крупного скола от массива (при послойном разрушении перекрестными резами с рациональными параметрами) осуществляется с использованием данных наведенных

ослаблений. Указанное обуславливает снижение удельных энергозатрат процесса разрушения калийной руды резанием и уменьшение дробления руды в предрезцовом пространстве. При этом рациональные отношения шага резания к величине заглабления резца в калийный массив при использовании перекрестной схемы резания находится в диапазоне $t/h_3 = 5 \dots 7$. Результаты теоретических исследований проверены при выполнении экспериментальных исследований на лабораторном стенде.

Автором проведено физическое моделирование процесса разрушения блоков калийной руды одиночным резцом на специально разработанной стендовой установке с гидравлическим приводом. Блоки руды разрушались резами с выровненной поверхности, шахматными и перекрестными резами. Экспериментально доказано, что использование перспективной перекрестной схемы резания обеспечивает снижение удельных затрат энергии в процессе разрушения калийного массива до 15 % и уменьшение до 42 % массовой доли труднообогатимых классов в добываемой руде по сравнению с шахматной схемой резания. Полученные результаты стендовых испытаний согласуются с результатами теоретических исследований.

При доказательстве *второго защищаемого положения* автором выполнено компьютерное моделирование процесса формирования крупных сколов в срезе при разрушении калийного массива шахматными и перекрестными резами. Полученные результаты сопоставлены с результатами экспериментальных исследований, выполненных на лабораторном стенде. Доказано, что при использовании перекрестной схемы резания крупные сколы отделяются от калийного массива с реализацией имеющихся наведенных трещин, что обуславливает при заданных параметрах резания снижение средних значений и средних квадратичных отклонений нагрузок на резцы на 34 и 16 %, соответственно, по сравнению с шахматной схемой резания.

Спектральный анализ осциллограмм позволил судить о частотном составе сигналов сил резания, зарегистрированных датчиком стендовой установки. Показано, что при разрушении блока руды перекрестными резами

спектр силы резания выделяется на частотах 3 и 7 Гц. Первый пик соответствует частоте образования крупных сколов устойчивой формы, второй – частоте формирования мелких промежуточных сколов. Таким образом, доказано, что при разрушении калийного массива перекрестными резами реализуется устойчивая чередующаяся регулярность образования крупных сколов устойчивой формы и промежуточных сколов со случайными значениями геометрических параметров.

Доказательство *третьего защищаемого положения* основано на результатах экспериментальных исследований процесса формирования нагрузок на приводы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников. При выполнении исследований использован уникальный инструментарий – переносной программный комплекс «ВАТУР», обеспечивающий регистрацию электрических параметров работы приводных двигателей комбайна.

Автором определено влияние параметров работы исполнительных органов комбайнов на процесс формирования крупных сколов и пылевидных труднообогатимых классов в добываемой руде. Установлено закономерное изменение нагрузок, действующих на породоразрушающий инструмент и приводы проходческо-очистных комбайнов, при реализации процесса разрушения калийного массива резанием. Выполнена оценка эффективности использования комбайнов «Урал-20Р-11» в реальных условиях эксплуатации по критериям удельного энергопотребления и времени производительной работы.

При доказательстве *четвертого защищаемого положения* автором обоснованы энергоэффективные режимы работы комбайнов калийных рудников. Приведены результаты анализа гранулометрического состава калийной руды, отделенной от массива, при работе комбайнов в различных режимах. Доказано существование корреляции между количеством труднообогатимых классов в калийной руде и величиной удельных энергозатрат процесса разрушения массива резами комбайнов «Урал-20Р-11»: минимальному количеству пылевидных классов соответствует минимум удельных затрат энергии.

Автором разработаны методология и алгоритм управления работой планетарно-дисковых исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов калийных рудников, которые позволяют при неизменной частоте относительного вращения резцовых дисков устанавливать частоту переносного вращения резцовых дисков исполнительных органов по критерию обеспечения минимума удельных затрат энергии. Предложены варианты конструкций планетарно-дисковых исполнительных органов комбайнов, реализующие перспективную перекрестную схему резания.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и цели исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований. Сходимость экспериментальных данных с расчётными составляет 90 %, относительная ошибка экспериментальных данных не превышает 10 %.

Полученные в работе результаты являются новыми и могут быть использованы при совершенствовании породоразрушающих исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов.

5. Общая оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Шишлянникова Дмитрия Игоревича выполнена на актуальную тему, содержит значительный объем теоретических и экспериментальных исследований, подтверждает хорошее знание проблемы и высокий уровень научной квалификации автора. Содержание диссертации и автореферата изложено логично и последовательно, с корректным использованием научно-технической терминологии. Автореферат полностью раскрывает цель, задачи, идею, научную новизну и результаты диссертационной работы. На все используемые литературные источники имеются ссылки.

В диссертации приведено достаточное количество иллюстративного материала, обеспечивающего наиболее полное понимание изложенной информации.

Основные положения работы докладывались на международных конференциях и симпозиумах. По результатам выполненных исследований по теме диссертации опубликовано 32 печатных работы, в том числе 20 статей в четырех рецензируемых научных изданиях (по специальности 05.05.06 – Горные машины) из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ на соискание ученой степени доктора наук, 12 статьей в семи рецензируемых изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах данных *Scopus* и *Web of Science*. Кроме этого, автором получены 9 патентов.

6. Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 80 рукописи диссертации приведена формула (2.16) для определения угла скола крупного элемента при разрушении калийного массива одиночным резцом с выровненной поверхности. Следует пояснить, каким образом определяется угол скола крупного элемента для шахматной и перекрестной схем резания?

2. Вывод 10 по главе 2 является очевидным.

3. В рукописи диссертации не указано, какой тип резцов предпочтительно использовать при разрушении калийного массива перекрестными резами. Теоретические исследования следовало бы дополнить, указав перспективные направления развития породоразрушающего инструмента проходческо-очистных комбайнов калийных рудников.

4. При описании экспериментальных исследований процесса функционирования проходческо-очистных комбайнов в условиях калийных рудников автор не указывает количество обследуемых комбайнов, их техническое состояние. Следует пояснить, каким образом в процессе выполнения экспериментальных исследований в условиях рудника учитывалась степень затупления резцов комбайнов? Как влияет квалификация машинистов на энергоэффективность работы комбайнов калийных рудников?

5. При выполнении исследований в условиях калийного рудника автор ограничивается только одним типом комбайнов – комбайнами «Урал» с пространственными планетарно-дисковыми исполнительными органами. Следовало бы дополнить экспериментальные исследования и изучить закономерности формирования нагрузок приводов и других проходческо-очистных комбайнов, например, с роторными исполнительными органами (Мариетта 900А, ПК-8М) или барабанными исполнительными органами (комбайны фирм «Джой», «Паурат» «Фест-Альпине Бергтехник» и т. д.).

7. Заключение

Диссертация **Шишлянникова Дмитрия Игоревича** на тему «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная проблема разработки методологии формирования и эксплуатации проходческо-очистных комбайнов как энергоэффективных объектов калийных рудников, что имеет важное значение для горнодобывающей отрасли России.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Тема работы соответствует пунктам 3 и 7 паспорта специальности 05.05.06 – Горные машины. Цель и задачи исследования соответствуют уровню диссертации на соискание ученой степени доктора наук. Полученные результаты достоверны и обоснованы. Приведенные в настоящем отзыве замечания не снижают научной и практической ценности диссертации.

Диссертация «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного

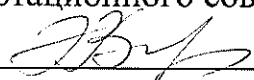
образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Шишляников Дмитрий Игоревич** – заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Фундаментальные инженерные дисциплины» Шахтинского автодорожного института (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова»


12.01.2022 г.

Воронова
Элеонора Юрьевна

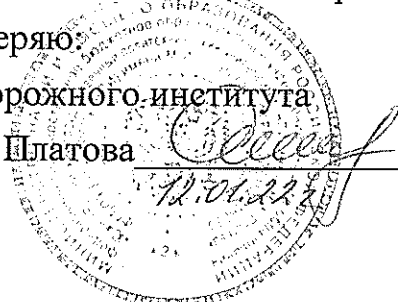
Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Элеонора Юрьевна Воронова

Адрес: 346500, Ростовская обл., г. Шахты, пл. Ленина, д. 1

Телефон: +7 (8636)22-20-36, e-mail: siurgtu@siurgtu.ru

Подпись официального оппонента, доктора технических наук, доцента, заведующей кафедрой «Фундаментальные инженерные дисциплины» Вороновой Элеоноры Юрьевны заверяю:
И.о. директора Шахтинского автодорожного института (филиала) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова



В.Г. Савенко