



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени Т.Ф.ГОРБАЧЕВА» (КузГТУ)

Весенняя ул., д. 28, г. Кемерово, 650000

тел./ факс: (384-2) 39-69-60, факс: (384-2) 68-23-23

<http://www.kuzstu.ru> e-mail: [kuzstu@kuzstu.ru](mailto:kuzstu@kuzstu.ru)

ОКПО 02068338 ОГРН 1024200708069

ИНН / КПП 4207012578 / 420501001

19.01.2022 № 1/н

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_


Утверждаю:

Проректор по научной работе и  
международному сотрудничеству

ФГБОУ ВО «Кузбасский

государственный технический

университет имени Т.Ф. Горбачева»

  
К.С. Костиков

« 19 » 01 2022 г.

## ОТЗЫВ

Ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» на диссертационную работу Шишлянникова Дмитрия Игоревича «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

В мировой практике проходки подземных горных выработок различного технологического назначения и области применения накоплен большой опыт создания и эксплуатации проходческих комбайнов с буровыми планетарными исполнительными органами, оснащенными режцовым породоразрушающим инструментом.

Известно, что около половины мировых запасов калийных руд сосредоточено на месторождениях, расположенных на территории Российской Федерации и республики Беларусь.

Добыча калийной руды на территории Российской Федерации осуществляется с использованием камерной системы разработки и горного оборудования в виде механизированных комбайновых комплексов, включающих в свой состав проходческо-очистной комбайн, бункер-перегрузатель и шахтный самоходный вагон.

Автор правильно утверждает, что согласование параметров и режимов работы исполнительных органов с разветвленными энергомеханическими трансмиссиями комбайнов по критерию удельных энергозатрат при эксплуатации проходческого комбайна является перспективным направлением по улучшению качества и снижению потерь калийных руд в процессе добычи.

Предложенный автором подход к совершенствованию оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников через создание энергоэффективных объектов функционирования, является актуальной научной проблемой, решение которой имеет весомую значимость для развития горной науки и производства и представляет собой актуальную научную проблему.

## **2. Значимость полученных результатов для науки и производства**

Для разработки научно-методических основ формирования конструктивных схемных решений проходческо-очистных комбайнов калийных рудников, как энергоэффективных объектов функционирования в реальных условиях эксплуатации автором поставлена цель, заключающаяся в выявлении связи и закономерности процессов отделения последовательных элементарных сколов калийной руды от массива при разрушении резанием, погрузки и транспортирования руды исполнительным органом.

В диссертационной работе для достижения поставленной цели сформулирована оригинальная идея, заключающаяся в формировании на поверхности забоя перекрестно расположенных областей локализации наведенных ослаблений в виде концентраторов и детерминировано расположенных выступов между ними, определяющих заданный гранулометрический состав отбиваемой руды, что обуславливает снижение удельных затрат энергии на образование и ветвление микротрещин и уменьшение объема пластического деформирования руды в предрезцовом пространстве при отделении массива последовательных элементарных сколов, составляющих срез, при заданном алгоритме выбора режимов работы приводов проходческо-очистного комбайна.

Значимость полученных результатов для науки заключается в следующем:

- обосновано, что создание на поверхности разрушаемого забоя чередующихся регулярных выступов и зон локализации наведенных трещин и ослаблений достигается применением перекрестной схемы резания, обеспечивающей снижение удельных затрат энергии и уменьшение количества мелких труднообогатимых классов в добываемой калийной руде по сравнению с шахматной схемой резания;

- установлено закономерное изменение нагрузок, действующих на породоразрушающий инструмент и приводы проходческо-очистных

комбайнов, при реализации процесса разрушения калийного массива резанием;

- обоснованы показатели оценки эффективности применения комбайнов калийных рудников: коэффициенты производительной работы и энергоэффективности, разработана методология их мониторинга применительно к проходческо-очистным комбайнам калийных рудников;

- разработана методология обеспечения минимизации удельных затрат энергии на разрушение калийного массива резами планетарно-дисковых исполнительных органов посредством активного управления приводными двигателями проходческо-очистных комбайнов;

- определен 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 резами проходческо-очистных комбайнов;

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

- разработана методика исследования процесса отделения последовательных элементарных сколов от блоков калийной руды при резании полноразмерным одиночным резцом и изготовлен лабораторный стенд для ее реализации;

- показано, что в заданных условиях функционирования комбайнов «Урал-20Р-11» минимум удельных затрат энергии на добычу руды и минимальное количество труднообогатимых классов в добываемой руде обеспечивается в диапазонах производительности обследуемых комбайнов  $Q = 6,0 \dots 6,5$  т/мин.

Значимость полученных результатов для производства заключается в следующем:

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

- результаты диссертационной работы приняты к использованию в компании *T-Machinery a.s.* (Чешская Республика) при проектировании исполнительных органов и погрузочного оборудования проходческо-очистного комбайна *MB 900 CM*; использованы в ООО «ЕвроХим-Проект» (г. Пермь) при разработке технологических решений, направленных на улучшение качества и снижение затрат на обогащение калийной руды, добываемой механизированным способом; эффективность предложенных технических решений подтверждена актами внедрения результатов в ООО «НПП «РОС» (г.

Пермь) и ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр «Горный институт УрО РАН» (г. Пермь).

### **3. Рекомендации по использованию результатов и выводов исследований, полученных в диссертационной работе**

Оценку эффективности функционирования проходческо-очистных комбайнов в условиях калийных рудников рекомендуется производить по двум комплексным показателям: коэффициенту производительной работы и коэффициенту энергоэффективности, при этом первый определяется путем отнесения времени производительной работы комбайна к разности времени эксплуатации и соответствующих временных затрат на восстановление работоспособного состояния, а второй – отношением базовых затрат энергии на тонну добытой комбайном руды, соответствующей фактической величине энергозатрат.

Внедрение в практику производства планетарно-дисковых исполнительных органов комбайнов, обеспечивающих разрушение калийного массива перекрестными резами, позволит снизить удельные затраты энергии на добычу калийной руды до 15 % и уменьшить количество труднообогатительных классов в добываемой руде до 42 %. В целом результаты исследования автора рекомендуются к применению в проектно-конструкторских организациях, заводах горного машиностроения и на горных предприятиях России, осуществляющих добычу калийной солей подземным способом, а также для использования в учебном процессе в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» при обучении студентов по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» специализация «Горные машины и оборудование».

### **4. Степень публичного представления результатов диссертации**

Основные научные результаты по теме диссертации опубликованы в 32 печатных работах, в том числе в 20 статьях, 4 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, в 12 статьях, 7 рецензируемых изданиях индексируемых международных наукометрических базах данных *Scopus* и *Web of science*; получено 9 патентов РФ на изобретение.

Результаты работы докладывались на 14 научных конференциях международного уровня и 4 конференциях всероссийского уровня, что характеризует высокую степень публичного представления основных положений диссертационной работы.

### **5. Замечания по диссертационной работе**

1. В первом пункте заключения раскрывает содержание проведенного автором анализа и обобщение уровня развития науки и опыта эксплуатации

проходческо-очистных комбайнов на калийных рудниках России, но не содержит в явном виде причинно-следственных связей его с постановкой автором целей и задач исследований.

2. На рис. 1.13 в диссертации и на рис. 2 в автореферате на оси ординат есть размерности, но нет обозначения самих параметров ( $t, h$ ).

На рис. 1.16 в диссертации приведены два изображения, а не одно общее.

На рис. 2.9 в диссертации на оси ординат нет обозначения параметра (угла бокового развала –  $\psi$ ), а размерность в градусах есть.

3. При расчете производительности шнека при погрузке не учитывается такой важный показатель, как коэффициент разрыхления калийной руды после разрушения забоя исполнительным органом проходческо-очистного комбайна.

4. Из материалов диссертации неясно, возможно ли образование негабаритных кусков калийной руды как при подрубке пласта, так и при доработке формы сечения выработки верхним отбойным барабаном и нижними бермовыми фрезами, а также какое влияние они могут оказать на работу погрузочно-транспортных механизмов.

5. Выводы по главе 5 целесообразно было бы наполнить диапазонами числовых значений, особенно по рациональным параметрам разрушения забойного массива, достигаемых через регулирование частоты переносного вращения планетарно-дискового органа при заданной скорости подачи на забой.

## 6. Заключение


Диссертация Шишлянникова Дмитрия Игоревича является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором исследований процесса разрушения калийной руды резцами комбайнов при заданном алгоритме выбора режимов работы приводов их исполнительных органов решена весомая научная проблема разработки научной методологии формирования и эксплуатации проходческо-очистных комбайнов как энергоэффективных объектов калийных рудников с учетом установленных закономерностей процесса отделения от массива последовательных элементарных сколов, составляющих срез, что имеет важное значение для горнодобывающей отрасли России.

По поставленным и решенным задачам, содержанию, научно-техническому направлению и выполненным исследованиям диссертация соответствует паспорту специальности 05.05.06 – Горные машины (п.3 “Обоснование и оптимизация параметров и режимов работы машин и оборудования и их элементов” и п.7 “Разработка научных основ создания средств комплексной механизации производственных процессов с применением систем горных машин и оборудования”), отрасль наук – технические науки.


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 её автор, Шишлянников Дмитрий Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Шишлянникова Дмитрия Игоревича рассмотрен и утвержден на заседании кафедры “Горные машины и комплексы”, ФГБОУ ВО “Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева”, протокол № 13 от 28 декабря 2021 г.

Председатель заседания: зав. кафедрой “Горные машины и комплексы”, кандидат технических наук, доцент, специальность 05.05.06 – Горные машины.

 К. А. Ананьев

Секретарь заседания: профессор кафедры “Горные машины и комплексы”, доктор технических наук, профессор, специальность 05.05.06 – Горные машины.

 Л. Е. Маметьев

Сведения о ведущей организации:


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (КузГТУ)

Почтовый адрес: 650000, г. Кемерово, Весенняя ул., д. 28

Официальный сайт: <http://www.kuzstu.ru>

e-mail: [kuzstu@kuzstu.ru](mailto:kuzstu@kuzstu.ru)

тел.: +7(3842) 39-69-60

Подпись К. А. Ананьева, Л. Е. Маметьева  
ЗАВЕРЯЮ  
ученый секретарь совета  
 Э.В. Хейлиник  
« 18 » 01 2022 г.