

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.07
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.02.2022 № 1

О присуждении Шишлянникову Дмитрию Игоревичу, гражданину Российской Федерации ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Совершенствование оборудования и режимов работы проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования» по специальности 05.05.06 – Горные машины принята к защите 09.11.2021, (протокол заседания № 14) диссертационным советом ГУ 212.224.07 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 23.09.2019 № 1233 адм (с изм. от 23.10.2019 № 1413 адм; от 10.07.2020 № 889 адм; от 28.01.2021 № 115 адм, от 14.12.2021 № 2408 адм, от 04.02.2022 № 170 адм).

Соискатель, Шишлянников Дмитрий Игоревич, 11 августа 1987 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Повышение эффективности отделения калийной руды от массива резцами добычных комбайнов» защитил в 2012 году в диссертационном совете Д 212.224.07, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный горный университет» Минобрнауки России.

Работает в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет» в должности доцента кафедры «Горная электромеханика».

Диссертация выполнена на кафедре «Горная электромеханика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, **Габов Виктор Васильевич**, профессор, профессор кафедры машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Андреева Людмила Ивановна, доктор технических наук, ООО «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», отдел ремонта горной техники, руководитель отдела ремонта горной техники;

Жабин Александр Борисович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тулский государственный университет», кафедра геотехнологий и строительства подземных сооружений, профессор;

Воронова Элеонора Юрьевна, доктор технических наук, доцент, Шахтинский автодорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», кафедра «Фундаментальные инженерные дисциплины», заведующая кафедрой дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»**

(г. Кемерово) в своем положительном отзыве, подписанном **Ананьевым Кириллом Алексеевичем**, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Горные машины и комплексы» и **Маметьевым Леонидом Евгеньевичем**, доктором технических наук, профессором той же кафедры, и утвержденном **Костиковым Кириллом Сергеевичем**, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе и международному сотрудничеству указала, 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.

Соискатель имеет свыше 32 печатных работы, в том числе в 20 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 12 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science; получено 9 патентов.

Общий объем – 20 печатных листов, в том числе 15 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Шишлянников, Д.И.** Стенд для исследования процесса формирования последовательных элементарных сколов при разрушении калийных солей перекрестными резами / **Д.И. Шишлянников** // Известия вузов. Горный журнал. – 2012. – № 4. – С. 88-91.

2. **Шишлянников, Д.И.** Совершенствование органов разрушения проходческо-очистных комбайнов типа «Урал» / **Д.И. Шишлянников** // Известия УГГУ. – 2017. – № 2. – С. 71-74.

3. **Шишлянников, Д.И.** Развитие средств механизированной добычи калийных руд / **Д.И. Шишлянников, А.Б. Максимов** // Известия вузов. Горный журнал. – 2019. – № 3. – С. 15-21.

Выполнен анализ тенденций совершенствования проходческо-очистных комбайнов для добычи калийно-магниевого солей.

4. Повышение эффективности работы проходческо-очистных комбайнов для добычи калийных руд на основе информации о нагруженности их приводов / **Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов, А.К. Муравский, А.Ю. Микрюков, А.Е. Суханов** // Известия вузов. Горный журнал. – 2021. – № 3. – С. 97-105.

Предложен способ автоматического регулирования частоты переносного вращения резцовых дисков планетарных органов проходческо-очистных комбайнов, обеспечивающий реализацию процесса разрушения калийного массива с рациональными параметрами резания на основе информации о нагруженности приводных двигателей.

5. Повышение эффективности эксплуатации проходческо-очистных комбайнов калийных рудников на основе анализа записей регистраторов параметров / **Д.И. Шишлянников, Н.В. Чекмасов, М.Г. Трифанов, В.В. Габов, С.Л. Иванов, С.А. Асонов** // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – № 4. – С. 3-10.

Предложен способ контроля параметров работы и обоснована концепция бортового программно-регистрирующего комплекса проходческо-очистных комбайнов «Урал».

6. **Шишлянников, Д.И.** Использование регистраторов параметров работы проходческо-очистных комбайнов при прогнозировании газодинамических явлений на калийных рудниках / **Д.И. Шишлянников** // Известия УГГУ. – 2016. – № 1. – С. 106-111.

7. **Шишлянников, Д.И.** Исполнительный орган агрегата для проходческих и очистных работ / **Д.И. Шишлянников, А.Б. Максимов** // Известия вузов. Горный журнал. – 2019. – № 2. – С. 13-19.

Предложена перспективная конструкция, представляющая собой комбинированный исполнительный орган проходческо-очистного агрегата. Описан принцип действия и порядок работы исполнительного органа, обеспечивающего разрушение массивов наиболее энергоэффективным способом с высокой производительностью и малым удельным расходом резцов.

8. Выбор технически обоснованных режимов работы комбайнов «Урал» на основе оценки нагруженности их приводов в реальных условиях эксплуатации / **Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов, Н.В. Чекмасов, С.Л. Иванов** // Горное оборудование и электромеханика. – 2017. – № 7. – С. 3-8.

Рассмотрены вопросы повышения эффективности работы проходческо-очистных комбайнов «Урал». Указывается, что обеспечение рациональных параметров процесса разрушения калийных массивов резцами исполнительных органов комбайнов возможно на основе оценки нагруженности приводов добычных машин, что позволит уменьшить удельные энергозатраты на добычу руды и снизить количество мелких необогатимых классов в продуктах отбойки.

9. Повышение эффективности применения выемочных и транспортирующих машин комбайновых комплексов калийных рудников / **Д.И. Шишлянников, С.Л. Иванов, И.Е. Звонарев, В.Ю. Зверев** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 9. – С. 116-124.

Предложен способ повышения эксплуатационной производительности комбайнового комплекса путем увеличения количества самоходных вагонов

при увеличении плеча доставки в очистной камере.

10. **Шишлянников Д.И.** Обеспечение надежной работы и эффективного сервиса проходческо-очистных комбайнов для добычи калийных руд / **Д.И. Шишлянников** // Известия вузов. Горный журнал. – 2020. – № 7. – С. 103-109.

11. Чекмасов, Н.В. Способы и устройства для реализации процессов разрушения калийных пластов перекрестными резами / Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишлянников** // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 11. – С. 2-5.

Представлены конструкции перспективных исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов, реализующих перекрестную схему резания калийного массива.

12. Чекмасов, Н.В. Повышение эффективности погрузки калийной руды при работе проходческо-очистных комбайнов / Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишлянников**, В.М. Демин // Известия вузов. Горный журнал. – 2016. – № 6. – С. 4-10.

На основании анализа конструктивных особенностей шнеков и конвейера комбайна «Урал-20Р» сформулированы технические предложения по повышению эффективности процесса погрузки калийной руды.

13. Чекмасов, Н.В. Оценка эффективности процесса разрушения калийного массива резцами исполнительных органов комбайнов «Урал-20Р» / Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишлянников**, М.Г. Трифанов // Известия вузов. Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 103-107.

Представлены результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности эксплуатации проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р». Рекомендовано создание стационарного комплекса, регистрирующего величину и характер нагружения приводов исполнительных органов, позволяющего осуществлять контроль технического состояния трансмиссии комбайна и прогнозировать газодинамические явления в калийном массиве.

14. Исследование нагруженности и возможности прогнозирования энергоресурса приводов исполнительных органов комбайна «Урал-20Р» / Г.Д. Трифанов, А.А. Князев, Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишлянников** // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 2. – С. 41-44.

Предложен способ оценки технического состояния и прогнозирования ресурса элементов привода исполнительных органов комбайна «Урал-20Р». Представлены результаты экспериментальных исследований нагруженности привода комбайна.

15. Старков, Л.И. Устройство для крепления резца на исполнительном органе горного комбайна / Л.И. Старков, **Д.И. Шишлянников**, А.Б. Максимов // Известия вузов. Горный журнал. – 2017. – № 3. – С. 60-64.

Предложена конструкция и описан принцип действия устройства для крепления резца на исполнительном органе горного комбайна, обеспечивающая самоустановку корпуса резцедержателя с резцом в процессе разрушения массива горной породы, что позволяет осуществлятьрезы без отклонений вдоль линий намеченной схемы разрушения.

16. Методика определения производительности механизированных комбайновых комплексов калийных рудников с учетом условных единиц работы / М.С. Озорнин, **Д.И. Шишлянников**, В.А. Романов, В.А. Лопухов // Горное оборудование и электромеханика. – 2019. – № 4. – С. 34-39.

Предложена методика расчета производительности комбайнового комплекса, основанная на определении работы, выраженной в условных единицах. Использование предлагаемой методики позволяет значительно сократить объем и затраты времени на выполнение вычислительных операций.

17. Озорнин, М.С. Определение параметров работы комбайновых комплексов калийных рудников при проходке камер неполным сечением забоя / М.С. Озорнин, **Д.И. Шишлянников**, В.А. Романов // Известия вузов. Горный журнал. – 2020. – № 1. – С. 105-112.

Изложены методологические основы определения производительности

комбайновых комплексов в условиях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Выполнен расчет основных параметров, характеризующих работу комбайнового комплекса при проходке камер неполным сечением забоя.

18. Максимов, А.Б. Повышение качества гранулометрического состава калийной руды, добываемой проходческо-очистными комбайнами «Урал-20Р» / А.Б. Максимов, **Д.И. Шишлянников** // Горное оборудование и электромеханика. – 2018. – № 4. – С. 4-11.

Выполнен анализ источников формирования пылевидных классов при работе комбайнов «Урал-20Р». Определены области рациональных (по минимальному выходу пылевидных классов) значений параметров разрушения калийного массива при использовании шахматной и последовательной схем резания.

19. Максимов, А.Б. Определение рациональных параметров шнековых грузчиков проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р» / А.Б. Максимов, **Д.И. Шишлянников**, Н.В. Чекмасов // Известия УГГУ. – 2019. – № 2. – С. 97-101.

Приведены математические зависимости, разработана расчетная схема определения рационального значения коэффициента заполнения поперечного сечения погрузочного шнека, при котором обеспечивается минимальная циркуляция калийной руды, отделенной от массива, в спиральных каналах шнека.

20. Исследование процесса формирования элементарных сколов при разрушении калийных солей перекрестными резами / В.В. Габов, Н.В. Чекмасов, А.Я. Бурак, **Д.И. Шишлянников** // Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 8. – С. 42-43.

Рассмотрен процесс разрушения калийного массива исполнительными органами добычных машин с перекрестными резами. Исследовано влияние параметров схемы перекрестного резания на процесс формирования последовательных элементарных сколов, составляющих срез.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science:

21. **Shishlyannikov, D.I.** Use of heading-and-winning machine parameter loggers to predict gasdynamic phenomena at potash mines/ **D.I. Shishlyannikov, A.E. Pushkarev** // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – 1384. – 012046.

Предложен способ прогнозирования газодинамических явлений на калийных рудника посредством оценки нагруженности приводов проходческо-очистных комбайнов калийных рудников.

22. **Shishlyannikov, D.I.** Improving quality of granulometric composition of potash ore produced by «Ural-20R» heading-and-winning machines / **D.I. Shishlyannikov, D.A. Shibanov** // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 378. – 012028.

Предложены технические решения по совершенствованию исполнительных органов комбайнов «Урал-20Р» путем использования перекрестной схемы разрушения калийного массива.

23. **Shishlyannikov, D.I.** Determination of rational parameters of auger loaders of «Ural-20R» heading-and-winning machines / **D.I. Shishlyannikov, D.A. Shibanov** // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 378. – 012029.

Установлена и проанализирована зависимость изменения рационального коэффициента заполнения и производительности шнекового органа комбайна «Урал-20Р-11/12» по погрузке. Расчетным путем определена рациональная величина диаметра ступицы шнекового грузчика, при которой обеспечиваются минимальная циркуляция и переизмельчение руды в спиральных каналах шнека. Предложены технические решения по совершенствованию конструкции шнеков.

24. The research of forming of nonconcentratable ore grades during mining, loading and transportation operations / **D.I. Shishlyannikov, A.B. Maksimov, G.D. Trifanov, N.V. Chekmasov** // Proceedings Of The Tula States University-

Sciences Of Earth. – 2019. – Vol.2. – P. 231–243.

Выполнен анализ источников формирования пылевидных классов при работе комбайнов «Урал-20Р». Предложены технические решения по совершенствованию конструкций породоразрушающих и погрузочных исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов «Урал», обеспечивающие повышение качества гранулометрического состава добываемой руды.

25. **Shishlyannikov, D.I.** Improvement of rock-breaking tools of heading-and-winning machine of potash mines / **D.I. Shishlyannikov, A.E. Suhanov** // Ural Mining Decade 2020.E3S Web of Conferences. – 2020. – 177. – 03018.

Предложены конструкции планетарно-дисковых исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов, обеспечивающих разрушение соляных пород перекрестными резами.

26. **Shishlyannikov, D.I.** Diagnosis of mining and oilfield equipment by excited oscillations analysis technique / **D.I. Shishlyannikov, A.E. Pushkarev** // Journal of Physics : Conference Series. – 2019. – 1384. – 012045.

Обоснованы методы контроля фактического технического состояния металлоконструкций добычных и транспортирующих машин калийных рудников.

27. **Shishlyannikov, D.I.** Determination of the operating time and residual life of self-propelled mine cars of potassium mines on the basis integrated monitoring data / **D.I. Shishlyannikov, V.A. Romanov, I.E. Zvonarev** // Journal of Mining Institute. – 2019. – Vol. 237 – P. 336–343.

Приведены данные по статистике отказов добычных и транспортирующих машин калийных рудников. Выполнен анализ причин возникновения аварийных отказов забойного оборудования калийных рудников.

28. **Shishlyannikov, D.I.** «Ural-20R» combines loading drives evaluation in two-stage development of the face / **D.I. Shishlyannikov, M.G. Trifanov,**

G.D. Trifanov // Journal of Mining Institute. – 2020. – Vol. 242. – P. 508–512.

Описаны технологические особенности использования высокопроизводительных комбайнов «Урал-20Р» в условиях калийных рудников России. Приведены результаты исследований процесса формирования нагрузок на элементы приводов комбайнов «Урал-20Р» при отработке забоя неполным сечением исполнительных органов.

29. Diagnosis of mining and transport equipment of potash mines by excitation of resonant vibrations method / N.N. Sofina, **D.I. Shishlyannikov**, V.A. Romanov, S.L. Ivanov // Proceedings Of The Tula States University - Sciences Of Earth. – 2019. – Vol.1. – P. 174–184.

Обоснованы рациональные методы диагностирования оборудования комбайновых комплексов калийных рудников.

30. Zvonarev, I.E. Information and diagnostic tools of objective control as means to improve performance of mining machines / I.E. Zvonarev, **D.I. Shishlyannikov** // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – 177. – 012045.

Предложен способ контроля параметров работы и обоснована концепция бортового программно-регистрирующего комплекса проходческо-очистных комбайнов «Урал».

31. Zvonarev, I.E. Efficiency increase of process of loading of potash ore while working with heading and winning machine «Ural-20R» / I.E. Zvonarev, **D.I. Shishlyannikov**, A.B. Maksimov // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – 1118. – 012053.

Обоснованы рациональные параметры скребковых конвейеров-перегрузателей проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р».

32. Lavrenko, S.A. Performance evaluation of heading-and-winning machines in the conditions of potash mines / S.A. Lavrenko, **D.I. Shishlyannikov** // MDPI. Applied Sciences – 2021. – 11 – 3444.

Указаны основные критерии выбора рациональных параметров режущих исполнительных органов горных машин. Предложена методология

оценки эффективности функционирования проходческо-очистных комбайнов в условиях калийных рудников.

Патенты:

33. Пат. RU 2745841 С1 МПК E21C27/14, E21C27/16, E21C25/24. Исполнительный орган агрегата для проходческо-очистных работ / **Д.И. Шишлянников**, В.И. Шишлянников, А.Л. Васильев. № 2020125436; заявл. 22.07.2020; опубл. 01.04.2021. Бюл. №10. – 12 с.

Предложен исполнительный орган агрегата для проходческо-очистных работ включает в себя плоский режущий бар, смонтированный на подвижной каретке с податчиком и распорными гидроцилиндрами для прорезания щелей в горном массиве с образованием подрезанного целика, и установленный внутри рамы режущего бара механизм отрыва подрезанного целика. Техническим результатом изобретения является повышение производительности, снижение удельных энергозатрат и повышение надежности породоразрушающего органа.

34. Пат. RU 2 720 863 С1 МПК E 21 C41/20. Способ разработки пологих пластов калийных солей комбайновыми комплексами / **Д.И. Шишлянников**, В.А. Романов, М.С. Озорнин. № 2019122555; заявл. 15.07.2019; опубл. 13.05.2020. Бюл. №14. – 7 с.

Предложен способ разработки пластов калийных солей, обеспечивающий доставку руды от комбайна двумя самоходными вагонами. Техническим результатом изобретения является повышение производительности механизированного комбайнового комплекса путем снижения простоев выемочных комбайнов в ожидании самоходных транспортирующих машин.

35. Пат. RU 2672071 С1 МПК E21C35/17. Самоустанавливающийся резец с устройством крепления на исполнительном органе машины / Л.И. Старков, **Д.И. Шишлянников**, А.Б. Максимов, К.В. Биринцева. № 2018100204; заявл. 09.01.2018; опубл. 09.11.2018. Бюл. №31. – 10 с.

Предложена конструкция, обеспечивающая самоустановку резца в

процессе разрушения массива горной породы вдоль линий намеченной схемы разрушения. Технический результат заключается в снижении удельных энергозатрат процесса разрушения горных пород резанием.

36. Пат. RU2755193 С1 МПК E21C27/24, E21C27/20. Исполнительный орган проходческо-очистного комбайна / **Д.И. Шишляников**, А.Л. Васильев. № 2021101728; заявл. 26.01.2021; опубл. 14.09.2021. Бюл. № 26. – 14. с.

Предложен планетарный исполнительный орган проходческо-очистного комбайна, реализующий перекрестную схему разрушения массива. Техническим результатом изобретения является снижение удельных энергозатрат процесса разрушения забоя, уменьшение количества мелких классов в продуктах отбойки, увеличение ресурса элементов трансмиссии комбайна.

37. Пат. RU2618630 С1 МПК E21C35/24. Способ управления горным комбайном с планетарно-дисковым исполнительным органом / Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишляников**, М.Г. Трифанов, А.С. Асонов. № 2016110648; заявл. 22.03.2016; опубл. 05.05.2017. Бюл. №13. – 9 с.

Разработан способ управлениями приводами планетарно-дисковых исполнительных органов комбайнов. При работе комбайна с заданной производительностью при постоянном значении частоты относительного вращения резцовых дисков регулируется частота переносного вращения резцовых дисков, что изменяет параметры резания. Искомая частота переносного вращения резцовых дисков определяется рациональным значением отношения шага резания к толщине стружки, при этом обеспечиваются близкие к минимальным удельные энергозатраты процесса разрушения массива.

38. Пат. RU2630839 С1 МПК E21C27/24, E21D9/11. Способ разрушения горного массива перекрестными резами / Л.И. Старков, **Д.И. Шишляников**, Н.В. Чекмасов, А.Б. Максимов, Л.А. Лоскутов. № 2016120144; заявл. 24.05.2016; опубл. 13.09.2017. Бюл. № 26. – 9 с.

Предложен пространственный четырехдисковый планетарный исполнительный орган, обеспечивающий разрушение массива пересекающимися резами. Техническим результатом изобретения является снижение удельных энергозатрат процесса разрушения забоя, уменьшение количества мелких классов в продуктах отбойки, увеличение ресурса элементов трансмиссии комбайна, улучшение курсовой устойчивости комбайна.

39. Пат. RU2755106 С1 МПК E21C35/18, E21C35/183, E21C35/187. Составной резец с устройством крепления на исполнительном органе машины / **Д.И. Шишлянников**, А.Е. Суханов, А.Л. Васильев, А.В. Борисов, Д.С. Грибов. № 2020141330; заявл. 14.12.2020; опубл. 13.09.2021. Бюл. № 26. – 12. с.

Предложена конструкция составного резца со сменной головной частью. Техническим результатом изобретения является снижение удельного расхода резцов и повышение ресурса породоразрушающего инструмента проходческо-очистных комбайнов.

40. Пат. RU2522111 С1 МПК E21C27/24, E21D9/11. Способ разрушения горного массива перекрестными резами / Н.В. Чекмасов, **Д.И. Шишлянников**. № 2013113586/03; заявл. 26.03.2013; опубл. 10.07.2014. Бюл. №19. – 7 с.

Предложен пространственный двухдисковый планетарный исполнительный орган, обеспечивающий разрушение массива пересекающимися резами. Техническим результатом изобретения является снижение удельных энергозатрат процесса разрушения забоя, уменьшение количества мелких классов в продуктах отбойки, увеличение ресурса элементов трансмиссии комбайна.

41. Пат. RU2375571 С1 МПК E21C27/24, E21D9/11. Способ разрушения горного массива перекрестными резами / Н.В. Чекмасов, А.Н. Чистяков, В.В. Семёнов, **Д.И. Шишлянников**. № 2008127396/03; заявл. 04.07.2008; опубл. 10.12.2009. Бюл. № 34. – 7 с.

Предложен исполнительный орган комбинированного типа, обеспечивающий разрушение массива пересекающимися резами.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами: международная научно-практическая конференция «Инновации на транспорте и в машиностроении» (г. Санкт-Петербург, 2015 г.); международная научно-практическая конференция «Горная и нефтяная электромеханика» (г. Пермь 2014, 2015, 2018, 2019 гг.); международная научно-техническая конференция «Чтения памяти В. Р. Кубачека» (г. Екатеринбург 2014, 2015, 2020, 2021 гг.); международная конференция «Социально-экономические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» (г. Тула, 2019, 2020 гг.); международный научный симпозиум «Неделя горняка» (г. Москва, 2015 г.); международная научно-практическая конференция «Современные проблемы машиностроения» (г. Томск, 2020 г.); всероссийская конференция «Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых» (г. Пермь, 2014, 2019, 2020 гг.).

В диссертации Шишлянникова Дмитрия Игоревича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заведующего лабораторией, главного научного сотрудника лаборатории нефтегазовой механики и физико-химии пласта ФГБУН «Институт проблем нефти и газа РАН», д.т.н. **С.Н. Попова**; профессора кафедры горного дела ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», д.т.н., доцента **С.Я. Давыдова**; профессора кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», д.т.н., доцента **В.С. Великанова**; технического директора ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», д.т.н., профессора **В.Я. Прушака**; заместителя начальника горного отдела филиала АО «ВНИИ

«Галургии» в г. Санкт-Петербург **Д.С. Грибова**; заместителя директора института горного дела и строительства ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», д.т.н., профессора **А.Б. Копылова**; технического директора АО «ИНДЭК», к.т.н. **А.Я. Бурака**; профессора кафедры «Горное дело» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный технический университет им. М.И. Платова», д.т.н., профессора **Н.И. Сысоева**; главного инженера отдела продаж карьерного оборудования подразделения горной и карьерной техники ООО «Цеппелин Русланд», к.т.н. **А.А. Минина**; заведующего кафедрой «Механизация природообустройства и ремонт машин» ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», д.т.н., доцента **К.В. Фомина**; руководителя НОЦ Научно-производственной корпорации «Механобр-техника», д.х.н., профессора **И.Д. Устинова**; профессора кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ «МИСиС», д.т.н., доцента **М.Г. Рахутина**.

Все отзывы положительные. В них дана оценка проведённых исследований, отмечена актуальность темы, степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний.

1. При математическом и физическом моделировании процесса разрушения калийной руды одиночным резцом не рассматривается изменение геометрических параметров резца в результате износа за время его эксплуатации, а также не указано, как изменяются удельные энергозатраты, силовые параметры процесса разрушения калийной руды и выход мелких труднообогатимых классов при износе резца (д.т.н. **С.Н. Попов**);

2. Перекрестная схема резания реализуется с использованием плоских планетарно-дисковых исполнительных органов. Однако данные конструкции исполнительных органов автором не анализируются (д.т.н. **С.Я. Давыдов**);

3. Необходимо пояснить, как создание комбайнов с исполнительными органами нового технического уровня повлияет на минимизацию отказов, и привести конкретные статистические данные (д.т.н. **В.С. Великанов**);

4. Из представленного материала в пятой главе не понятно, как реализован алгоритм управления работой планетарно-дисковых исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов. Необходимо было бы привести блок-схему данного алгоритма (д.т.н. **В.С. Великанов**);

5. Автором не указано, каким образом изменяется качество гранулометрического состава добываемой калийной руды при работе проходческо-очистного комбайна неполным сечением исполнительного органа (**Д.С. Грибов**);

6. Автором не рассмотрены и не проанализированы перспективные конструкции резцов комбайнов, использование которых позволило бы повысить энергоэффективность процесса разрушения калийных руд (к.т.н. **А.Я. Бурак**);

7. Согласно третьему научному положению автором предлагается оценивать эффективность функционирования проходческо-очистных комбайнов в условиях калийных рудников по двум комплексным показателям: коэффициенту производительной работы и коэффициенту энергоэффективности. Во-первых, почему необходимо пользоваться именно неким комплексным коэффициентом энергоэффективности, хотя это простой относительный показатель, во-вторых, почему не предлагается обобщенный показатель эффективности функционирования, учитывающий не только вышеназванные показатели, но и другие, в частности, показатель сортности, добываемой продукции, о чём в диссертации идёт речь? (д.т.н. **Н.И. Сысоев**);

8. Четвертое положение следовало бы сформулировать в стиле первых трёх, то есть в утвердительной форме, а не в форме отчета (д.т.н. **Н.И. Сысоев**);

9. После представления формулировок научных положений следовало бы представить формулировки, раскрывающие их новизну (д.т.н. **Н.И. Сысоев**);

10. Цель и идея работы сформулированы громоздко и некорректно (д.т.н. **Н.И. Сысоев**);

11. На стр. 2, рисунок 8, сделана опечатка в названии графика – должно быть не приведенная спектральная плотность, а нормированная спектральная плотность. По оси ординат должно быть не $Q(f)$, а $Q(t)$ (д.т.н. **К.В. Фомин**);

12. На стр. 26 предложение «Функции изменения нагрузок на приводы породоразрушающих исполнительных органов проходческо-очистного комбайна «Урал-20Р-11» носят экспоненциальный характер (рисунок 11)» не точно сформулировано:

а) не понятно, что подразумевается под термином привод? Его механическая часть или это относится к электродвигателю?

б) название рисунка 11 – Изменение средних значений активных мощностей двигателей комбайна «Урал-20Р»..., а в тексте на стр. 26, где он упоминается, написано «Функции изменения нагрузок на приводы...», то есть термин «нагрузок» относится к силовым факторам (д.т.н. **К.В. Фомин**);

13. Для объективной оценки исполнительного органа, реализующего новую схему перекрестного резания, было бы желательно показать спектральные плотности моментов в элементах привода комбайна, особенно исполнительного органа (д.т.н. **К.В. Фомин**);

14. На стр.27 уровень динамических нагрузок, характеризуемый значением коэффициента вариации для привода... Данное явление обусловлено конструктивными особенностями шнековых грузчиков. В автореферате желательно бы пояснить эти конструктивные особенности и показать их связь с уровнем динамических нагрузок в конкретных элементах конструкции (д.т.н. **К.В. Фомин**);

15. В автореферате желательно было указать, почему наличие частиц тонких классов крупностью менее 0,25 мм снижает эффективность обогащения калийной руды флотационно-галургическими методами (д.х.н. **И.Д. Устинов**);

16. Рецензент полагает, что в диссертации несколько занижена возможная энергетическая эффективность предложенных разработок. Можно ожидать, что влияние знакопеременных воздействий в процессе добычных работ с более совершенными исполнительными органами комбайна оказывает разупрочняющее действие на сильвинитовые породы, что должно положительно сказаться на стадиях дробления в обогатительном переделе (д.х.н. **И.Д. Устинов**);

17. В то же время к замечанию можно отнести некорректное выражение 13 (стр. 17) которое предлагается использовать для расчета предложенного коэффициента производительной работы $k_{п.р.}$, – комплексного показателя сохранения эффективности для оценки уровня организации работ в очистной камере. Несмотря на то, что знаменатели в левой и правой частях выражения 13 имеют одинаковое значение, сами выражения не являются корректными для оценки эффективности эксплуатации, в связи с тем, что в левой части выражения не учтена продолжительность простоев из-за отказов и профилактики, а в правой части выражения не учтена продолжительность выполнения вспомогательных операций и простоев по организационным причинам (д.т.н. **М.Г. Рахутин**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, заключающаяся в формировании на поверхности забоя перекрестно расположенных областей локализации наведенных трещин и детерминированно 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 от массива последовательных элементарных сколов, составляющих срез;

предложены оригинальные суждения по заявленной тематике: разрушение калийного массива перекрестными резами с реализацией наведенных трещин обуславливает снижение силовых параметров процесса резания за счет снижения удельных затрат энергии на образование и ветвление микротрещин и уменьшение дробления и пластического деформирования руды в предрезцовом пространстве;

доказано наличие закономерностей процессов отделения последовательных элементарных сколов калийной руды от массива при разрушении резанием, погрузки и транспортирования руды исполнительными органами комбайнов для разработки научно-методологических основ формирования конструктивных и схемных решений проходческо-очистных комбайнов калийных рудников как энергоэффективных объектов функционирования в реальных условиях эксплуатации;

введены измененные трактовки старых понятий – перекрестная схема резания, наведенные локализованные трещины, управление гранулометрическим составом добываемой калийной руды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о существовании корреляции между количеством труднообогатимых классов в добываемой калийной руде и величиной удельных энергозатрат процесса разрушения массива резами проходческо-очистных комбайнов, установлено закономерное изменение нагрузок, действующих на породоразрушающий инструмент и приводы проходческо-очистных комбайнов, при реализации процесса разрушения калийного массива резанием;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе анализ основных положений механики образования и развития

трещин; экспериментальные исследования процесса резания калийной руды на лабораторном стенде одиночным полноразмерным резцом; экспериментальные исследования по оценке нагруженности приводов рабочего оборудования проходческо-очистных комбайнов в условиях калийных рудников; методологическую основу исследования составляют аналитические расчеты, методы математической статистики и спектрального анализа;

изложены факты повышения энергоэффективности процесса разрушения калийной руды резанием при использовании перспективной перекрестной схемы резания;

раскрыты существенные проявления теории: функциональные связи между количеством труднообогатимых классов в калийной руде, величиной удельных энергозатрат процесса разрушения массива и производительностью проходческо-очистных комбайнов;

изучены факторы, влияющие на процесс формирования нагрузок приводов проходческо-очистных комбайнов, функционирующих в условиях калийных рудников: режимные параметры работы, тип выполняемой технологической операции, конструктивные особенности комбайнов;

проведена модернизация существующих алгоритмов функционирования приводов породоразрушающих исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов, обеспечивающих придание им свойств энергоэффективности и адаптивности к условиям эксплуатации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены планетарно-дисковые исполнительные органы опытных проходческо-очистных комбайнов МВ 900 СМ производства компании *T-Machinery a.s.*; разработанные методология и оборудование для контроля нагруженности приводов комбайнов калийных рудников используются в ООО «НПП «РОС» (г. Пермь) и ФГБУН

«Пермский федеральный исследовательский центр «Горный институт УрО РАН» (г. Пермь) при проведении испытаний новой техники;

определены пределы и перспективы практического использования теории процесса формирования гранулометрического состава отделяемой от массива калийной руды при использовании перекрестной схемы разрушения забоя на практике;

создана система практических рекомендаций выбора энергоэффективных режимов работы и совершенствования оборудования проходческо-очистных комбайнов с учетом установленных закономерностей процесса отделения от калийного массива последовательных элементарных сколов, составляющих срез;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию рабочего оборудования проходческо-очистных комбайнов, направленных на повышение эффективности процесса разрушения калийных руд.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснованы калибровки, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе известных результатов практики и обобщении передового опыта эксплуатации проходческо-очистных комбайнов для добычи калийных руд;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора, обработки и анализа исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: результаты диссертационной работы, в том числе постановка задач, получение исходных данных, разработанные методики экспериментальных исследований и лабораторный стенд для проведения исследований процесса разрушения блоков калийной руды одиночным резцом, основные научные результаты, выводы и рекомендации принадлежат автору. Способ управления комбайнами с планетарно-дисковыми исполнительными органами, варианты исполнительных органов комбайнов, реализующих перекрестную схему разрушения калийного массива, разработаны под руководством и при непосредственном участии автора. Организация внедрения результатов работы осуществлена в равной степени с соавторами.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

– в диссертационной работе следовало бы выполнить анализ конструктивных особенностей и режимов работы проходческо-очистных комбайнов, оснащенных роторными и барабанными породоразрушающими исполнительными органами;

– следует пояснить, почему рациональные диапазоны отношений шага резания к толщине стружки $t/h = 2...4$ при разрушении углей (определены ранее Е.З. Позиным) совпадают с диапазонами отношений параметров резания для калийных руд?

Соискатель Шишлянников Д.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания замечания и вопросы и привел убедительные аргументы в защиту высказанных положений.

На заседании 17.02.2022 г. диссертационный совет принял решение присудить **Шишлянникову Дмитрию Игоревичу** ученую степень доктора технических наук за решение научной проблемы разработки методологии формирования и эксплуатации проходческо-очистных комбайнов как

энергоэффективных объектов калийных рудников, имеющей важное значение для горнодобывающей отрасли России.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета



Handwritten signature of Vyacheslav Viktorovich Maksarov

Максаров Вячеслав Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Handwritten signature of Ivan Evgenyevich Zvonarev

Звонарев Иван Евгеньевич

17.02.2022 г.