

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.09.2021, №10

О присуждении **Ячейкину Алексею Игоревичу** ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Определение рациональных конструкций и параметров исполнительного органа проходческих щитов большого диаметра для горно-геологических условий шахт Метростроя СПб» по специальности 05.05.06 – Горные машины принята к защите 29.06.2021 г., протокол № 6 диссертационным советом ГУ 212.224.07 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета 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).

Соискатель, **Ячейкин Алексей Игоревич**, 25.07.1993 года рождения, в 2017 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 – Горное дело.

С 2017 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Юнгмейстер Дмитрий Алексеевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

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

Кузиев Дильшад Алишерович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»», кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения, доцент,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»** (г. Новочеркасск) в своем положительном отзыве, подписанном профессором кафедры «Горное дело» д.т.н., профессором **Сысоевым Николаем Ивановичем**, и.о. той же кафедры к.т.н., доцентом **Белодедовым Андреем Ивановичем**, секретарем заседания **Раевой Викторией Борисовной**, и утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности, к.т.н. **Пузиным Владимиром Сергеевичем**, указала, что диссертационная работа по актуальности темы, постановке и решению задач исследований, научным результатам и практическому выводу представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, обеспечивающие решение важной прикладной задачи интенсификации процесса разрушения неоднородного массива

виброактивными породоразрушающими инструментами, установленными на роторном исполнительном органе тоннелепроходческого щита, при проходке тоннелей в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют важное значение для развития горнодобывающей отрасли в целом и горного машиностроения страны.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертационного исследования, в том числе в 2 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 1 статье – в издании из Перечня ВАК и входящей в международную базу данных и систему цитирования Scopus, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и в систему цитирования Scopus. Получен 1 патент.

Общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 3,9 печатных листа, в том числе – 2 печатных листов соискателя.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

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. Юнгмейстер, Д.А. Модернизация исполнительного органа тоннелепроходческого механизированного комплекса Herrenknecht S-782 / Д.А. Юнгмейстер, А.И. Ячейкин // Горное оборудование и электромеханика. 2017. №3. С. 3-7.

Соискателем проведен анализ схемы расстановки породоразрушающего инструмента на роторном исполнительном органе, и предложена рациональная схема расстановки шарошечного породоразрушающего инструмента.

2. Юнгмейстер, Д.А. Экспериментальные исследования погружного пневмоударника бурового станка / Д.А. Юнгмейстер, А.И. Исаев, **А.И. Ячейкин**, П.Д. Соболева // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 3. С. 28–36.

Соискатель участвовал в подготовке и проведении полевых испытаний экспериментального станка, в котором на шарошку накладывалась ударная нагрузка, выполнил обработку результатов, выявил повышение интенсификации процесса разрушения горной породы при наложении на породоразрушающий инструмент ударной нагрузки при одновременном снижении состояния шарошки.

Публикации из Перечня ВАК и входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Лукин, Д. Г. Совершенствование работы исполнительного органа проходческого щита КТ 1-5,6М / Д.Г. Лукин, Д.А. Юнгмейстер, **А.И. Ячейкин**, А.И. Исаев / Горный журнал. № 12. 2018. С 73 – 77.

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении особенностей работы тоннелепроходческих щитов КТ1-5,6 при проходке тоннелей в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга, предложена модель непрерывного мониторинга состояния забоя с помощью специальных датчиков.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. Yungmeister, D.A. Improving the shield machine cutter head for tunneling under the conditions of the Metrostroy Saint Petersburg mines / D.A. Yungmeister, S.A. Lavrenko, **A.I. Yacheikin**, R.Y. Urazbakhtin / ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. № 11. Vol. 15. 2020. pp. 1282 – 1288.

Юнгмейстер, Д.А. Совершенствование исполнительного органа проходческого комплекса для строительства тоннелей в условиях шахт «Метростроя Санкт-Петербурга» / Д.А. Юнгмейстер, С.А. Лавренко,

А.И. Ячейкин, Р.Ю. Уразбахтин // АРПН Журнал инженерных и прикладных наук. № 11. Т 15. 2020. С. 1282 – 1288.

Личный вклад соискателя заключается в анализе методик расчета усилий на породоразрушающих инструментах, установленных на роторном исполнительном органе проходческого щита при проходке тоннелей в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга, обосновании рациональной схемы расстановки резцового породоразрушающего инструмента.

5. Yungmeister, D.A. Choice of materials and justification of the parameters for the over-bit hammer / D.A. Yungmeister, A.I. Isaev, R.I. Korolev, **A.I. Yacheikin** // Journal of Physics – Conference Series. 2020. №1582. pp.1-7.

Юнгмейстер, Д.А. Выбор материалов и обоснование параметров наддолотного ударника / Д.А. Юнгмейстер, А.И. Исаев, Р.И. Королев, **А.И. Ячейкин** // Журнал физики «Серия конференций». 2020. №1582. С.1-7.

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении технического решения по совершенствованию породоразрушающего инструмента путем наложения на него ударной нагрузки для обеспечения повышения эффективности разрушения неоднородных забоев.

Публикации в прочих изданиях:

6. Юнгмейстер, Д.А. Совершенствование исполнительного органа тоннелепроходческого комплекса s-782 для условий метро Санкт-Петербурга / Д.А. Юнгмейстер, **А.И. Ячейкин** // Мир транспорта и технологических машин. 2017. №3. С. 66-73.

Соискателем определены крутящие моменты на роторном исполнительном органе проходческого щита при проходке тоннелей в различных горно-геологических условиях, а также определена область применения исполнительного органа.

7. **Ячейкин, А.И.** Разработка специального породоразрушающего инструмента для тоннелепроходческого комплекса / **А.И. Ячейкин** //

Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018. Санкт-Петербург. 2018. С. 138

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении недостатков работы исполнительных органов тоннелепроходческих щитов работающих в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга, а также в предложении технических решений, позволяющих повысить скорость проходки тоннелей.

8. **Iacheikin, A.I.** Vervollständigung des Bohrkopfes von der Tunnelbohrmaschine Herrenknecht S-782 / **A.I. Iacheikin** // Scientific Repotrs on Resource Issues. 2018. Vol. 1, pp. 197–202.

Ячейкин, А.И. Совершенствование ротора тоннелепроходческого щита Herrenknecht S-782 / **А.И. Ячейкин** // Научные доклады по вопросам ресурсов. 2018. Т. 1. С. 197-202.

Личный вклад соискателя заключается в предложении технического решения по совершенствованию исполнительных органов горных машин путем их оснащения виброактивным породоразрушающим инструментом для обеспечения повышения эффективности процесса разрушения неоднородного забойного массива.

9. **Юнгмейстер, Д.А.** Устройство для интенсификации разрушения твердых прослоек при проходке выработок в массивах шахт метростроя Санкт-Петербурга / **Д.А. Юнгмейстер, А.И. Ячейкин, Р.И. Королев, К.Е. Соболев** // Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека». Екатеринбург. 2019. С. 80-81.

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении технического решения по совершенствованию исполнительных органов тоннелепроходческих щитов для обеспечения интенсификации процесса разрушения неоднородного забойного массива, при сохранении значения крутящего момента на исполнительном органе.

10. **Ячейкин, А.И.** Совершенствование исполнительного органа тоннелепроходческого комплекса работающего в условиях шахт «Метростроя Санкт-Петербурга» / **А.И. Ячейкин** // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2019. Санкт-Петербург. 2019. С. 338-340.

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении характерных особенностей проходки тоннелей в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга, и варианта совершенствования роторного исполнительного органа тоннелепроходческого щита путем установки виброактивных породоразрушающих инструментов для обеспечения повышения скорости проходки тоннеля и снижение расхода породоразрушающего инструмента.

11. Юнгмейстер, Д.А. Использование исследовательских стендов для аспирантов и студентов / Д.А. Юнгмейстер, **А.И. Ячейкин** // Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. Сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции. Изд-во: Санкт-Петербургский горный университет. 2020. С. 526-529.

Личный вклад соискателя заключается в предложении вариантов конструкций экспериментальных стендов для исследования процесса разрушения образцов породы дисковыми шарошками с накладываемыми на них изменяемыми осевыми усилиями и ударной нагрузкой.

12. Юнгмейстер, Д.А. Виброактивный породоразрушающий инструмент для интенсификации разрушения сложноструктурированного забойного массива / Д.А. Юнгмейстер, М.Ю. Насонов, **А.И. Ячейкин** // Сборник трудов XVIII международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека». Екатеринбург. 2020. С. 123-125.

Личный вклад соискателя заключается в предложении технического решения по оснащению исполнительного органа тоннелепроходческого щита

виброактивными породоразрушающими инструментами, эффективность которых подтверждена экспериментальными исследованиями.

13. Юнгмейстер, Д.А. Совершенствование роторных исполнительных органов тоннелепроходческих щитов для интенсификации разрушения сложноструктурированного забойного массива / Д.А. Юнгмейстер, А.И. Ячейкин, Уразбахтин Р.Ю. // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2020. Санкт-Петербург. 2020. С. 415-418.

Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении характерных недостатков работы тоннелепроходческих щитов Herrenknecht с роторными гибридными исполнительными органами, оснащенными резцами и дисковыми шарошками в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга, и предложении технического решения, позволяющего повысить скорость проходки тоннелей, обоснованного теоретическими и экспериментальными исследованиями.

Патент:

14. Патент № 2701764 Российская Федерация, МПК E21D 9/093, E21C 27/24. Виброактивный исполнительный орган / Д.А. Юнгмейстер, А.И. Ячейкин, Р.Ю. Уразбахтин, заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». № 2019105393; заявл. 26.02.2019, опубл. 01.10.2019.

Соискателем предложена конструкция виброактивного исполнительного органа, оснащенного дисковыми шарошками с накладываемой на них ударной нагрузкой, позволяющая интенсифицировать процесс разрушения неоднородных забойных массивов.

Апробация работы проведена на научно-практических конференциях с докладами: Международная научно-практическая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME» (г. Санкт-Петербург, 2018, 2019, 2020); Международная

конференция во Фрайбергской горной академии (Германия, г. Фрайберг, 2018); XVII, XVIII Международных научно-технических конференциях «Чтения памяти В.Р. Кубачека» (г. Екатеринбург, 2019, 2020).

В диссертации **Ячейкина Алексея Игоревича** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего конструктора ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» к.т.н. **С.О. Суздальского**; и.о. заведующего кафедрой «Горные машины и комплексы» ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» д.т.н., профессора **Ю.А. Лагуновой**; директора по продажам НПК «Механобр-техника» (АО) к.т.н. **А.Н. Коровникова**; заведующего кафедрой «Фундаментальные инженерные дисциплины» Шахтинского автодорожного института (филиала) ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» д.т.н. **Э.Ю. Вороновой**; главного научного сотрудника лаборатории угольного машиностроения Института угля ФИЦ УУХ СО РАН д.т.н., профессора **Б.Л. Герике**, генерального директора ЗАО «МЕТРОКОН» **А.В. Иванова**.

В отзывах дана положительная оценка проведённых исследований, отмечена актуальность темы, степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

1. Неудачная формулировка зависимости проходки от «параметров виброактивных шарошек», под которыми на самом деле следует понимать конкретную характеристику «энергия удара» (к.т.н. С.О. Суздальский);
2. Говоря об увеличении скорости проходки на 20% и глубины внедрения резца от усилия подачи и энергии удара в 1,2 раза, необходимо упомянуть об ограниченных возможностях оборудования (к.т.н. С.О. Суздальский);
3. Зависимость (1) для определения глубины внедрения диска шарошки в породу под воздействием осевого усилия по структуре идентична

зависимости для определения глубины внедрения зуба шарошечного долота и не показаны отличия (д.т.н. Ю.А. Лагунова);

4. Из автореферата не ясно, в чем заключается усовершенствование схемы расстановки резцов на исполнительном органе (д.т.н. Ю.А. Лагунова);
5. В автореферате указан номер заявки на выдачу патента, но не номер патента (д.т.н. Ю.А. Лагунова);
6. Каковы особенности возможного применения виброактивных шарошек для увеличения скорости проходки по мягким породам (к.т.н. А.Н. Коровников);
7. Отсутствует подробная техническая документация по конструктивной установке виброактивных шарошек на роторе тоннелепроходческого щита (к.т.н. А.Н. Коровников);
8. Если привод генератора колебаний пневматический, то не ясно, каким образом осуществляется подведение сжатого воздуха к генератору колебаний (д.т.н. Э.Ю. Воронова);
9. При проведении экспериментальных исследований не ясно, каким образом распределяется осевое усилие на 3 шарошки (д.т.н. Э.Ю. Воронова);
10. Не достаточно корректное использование для моделирования нагрузки на виброактивном исполнительном органе подхода, разработанного J. Rostami и L. Ozdemir для определения нагрузки на дисковом инструменте, поскольку их метод пригоден только для моделирования сил резания и внедрения без динамического воздействия на дисковый инструмент (д.т.н. Б.Л. Герике);
11. В автореферате отсутствует раздел «Достоверность полученных результатов», а приведенные на стр. 12 данные, вызывают некоторое сомнение, поскольку при доверительной вероятности $p = 0,95$ для нормального закона распределения доверительный интервал должен содержать $\pm\sigma$ всей получаемой информации, а это невозможно при динамическом воздействии на дисковый инструмент, да и вообще при

- экспериментальном исследовании процесса разрушения (смотри работы А.И. Берона и Л.Б. Глатмана) (д.т.н. Б.Л. Герике);
12. В автореферате не приводятся никаких обоснований ожидаемого экономического эффекта (п.7, стр. 19) (д.т.н. Б.Л. Герике);
13. Неясность режима работы исполнительного органа тоннелепроходческого щита, для разрушения массива не щелевым резом (А.В. Иванов)
14. Не до конца ясно, что является источником силового воздействия на шарошку (А.В. Иванов)

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, заключающаяся в интенсификации процесса разрушения неоднородного породного массива наложением соизмеримому осевому стационарному воздействию импульсной нагрузки на индентер.

предложен нетрадиционный подход к силовому воздействию шарошек, установленных на роторном исполнительном органе тоннелепроходческого щита на процесс разрушения неоднородного массива.

доказана перспективность использования новых идей в практике проходки тоннелей по кембрийским глинам посредством тоннелепроходческого щита с роторным исполнительным органом.

введены новые понятия: «гибридный исполнительный орган» тоннелепроходческого щита, оснащенный резцовым и шарошечным породоразрушающим инструментом, и «активные шарошки» - шарошки со встроенным ударником.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о увеличении глубины внедрения активной шарошки в 1,2 раза в образец кембрийской глины и более чем в 1,3 раза в образец известняка, а также о увеличении скорости проходки перегонного тоннеля в неоднородном массиве до 20% при оснащении роторного исполнительного

органа активными шарошками в совокупности рациональным режимом расстановки породоразрушающего инструмента.

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методик обработки результатов экспериментальных исследований.

изложены факты и причины низкой скорости проходки тоннелей проходческими щитами в горно-геологических условиях шахт Метростроя Санкт-Петербурга.

раскрыты существенные проявления теории: противоречия в оценке величины подачи роторного исполнительного органа тоннелепроходческого щита и прочности неоднородного забоя из-за низкой эффективности функционирования породоразрушающего инструмента.

изучены факторы, влияющие на скорость проходки тоннелепроходческого щита с дисковыми шарошками.

проведена модернизация существующего метода расчета и выбора параметров исполнительных органов тоннелепроходческих щитов, осуществляющих проходку тоннелей по неоднородным массивам, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработаны и внедрены рекомендации по области применения и методика расчета основных параметров исполнительного органа тоннелепроходческого щита, оснащенного активными шарошками; компоновочные схемы исполнительного органа, согласно патенту (№2701764) РФ, принятые к внедрению открытым акционерным обществом по строительству метрополитена в городе Санкт-Петербурге Управлением Механизации – филиалом «Метрострой» (УМ – филиал ОАО «Метрострой»).

определены перспективы и пределы практического использования тоннелепроходческих щитов с роторным исполнительным органом с предложенными активными шарошками, совместно с усовершенствованной

схемой расстановки породоразрушающего инструмента и уточненного режима работы, обеспечивающие повышение скорости проходки перегонных тоннелей.

создана система практических рекомендаций по рационализации конструкций исполнительного органа проходческих щитов для проходки в горно-геологических условиях шахт Метростроя СПб.

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию тоннелепроходческих щитов для проходки тоннелей в горно-геологических Санкт-Петербургского Метростроя.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием сертифицированного оборудования и проборов, показана воспроизводимость результатов исследования.

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, в том числе для предельных случаев и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации.

идея базируется на анализе известных результатов практики и экспериментальных исследований, на обобщении передового опыта щитовой проходки.

использовано 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 и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и формулировании задач исследований, непосредственном участии во всех этапах исследований и в рамках поставленных целей и задач, разработке методики экспериментальных исследований, изготовлении

экспериментальных стендов, проведении экспериментальных исследований процессов разрушения кембрийской глины и известняка дисковыми шарошками с накладываемой на них ударной нагрузкой, разработке конструкции роторного исполнительного органа тоннелепроходческого щита, оснащенного активными шарошками, анализе полученных результатов, в формулировании рекомендаций и положений, выносимых на защиту.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Ячейкин А.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 23.09.2021 года диссертационный совет принял решение за научно обоснованное техническое решение роторного исполнительного органа тоннелепроходческого щита с активными шарошками, интенсифицирующими процесс разрушения неоднородного массива при проходке тоннелей, внедрение которого внесет значительный вклад в развитие горного машиностроения страны присудить **Ячейкину А.И.** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве – 18 человек, из них 7 – докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из – 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Максаров Вячеслав Викторович

Звонарев Иван Евгеньевич

23.09.2021 г.