УДК 622.23.05

Аксенов Владимир Валерьевич[1,2,3], доктор техн. наук, **Магазов Сергей Вильевич**[1], **Хорешок Алексей Алексеевич**[3], доктор техн. наук, профессор, **Бегляков Вячеслав Юрьевич**[3,4], канд. техн. наук, доцент, **Коперчук Александр Викторович**[4], канд. техн. наук, доцент, **Пашков Дмитрий Алексеевич**[2], аспирант

[1]Научно-исследовательский центр ООО «Сибирское НПО», Россия, 650099, Кемерово, пр. Советский, 56
[2] Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского Отделения Российской академии наук, 650065, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10
[3]Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
[4]Юргинский технологический институт (филиал Томского политехнического университета), Россия, 652052, г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26

E-mail: 55vva42@mail.ru

ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ ПРОХОДЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ АППАРАТОВ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ГЕОСРЕДОЙ. ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация: *В статье представлены отличительные особенности проходческих подземных аппаратов класса «Геоход», а также проблемы, с которыми столкнулись разработчики на всех этапах создания экспериментальных и опытных образцов. Отсутствие специального научного и методологического обеспечения является сдерживающим фактором на пути создания нового класса подземных аппаратов. В самолетостроении испытания летательных аппаратов осуществляют специализированные центры и институты. Существуют элитные профессии: летчик-испытатель, инженер-испытатель и др. Именно такой подход позволяет не только успешно доводить новую технику до серийного производства, но и безболезненно внедрять ее. По аналогии с авиастроением осуществление испытаний подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой, должно быть возложено на центр испытаний проходческих подземных аппаратов. Соответственно, должно сформироваться новое научное направление и научная специальность «Контроль и испытание подземных аппаратов и их систем». В статье предлагается проект паспорта специальности и области исследований.*

Ключевые слова: *центр испытаний подземных аппаратов, геосреда, геотехника, геоходостроение, промышленный уклад.*

Информация о статье: *принята 20 августа 2020 г.*
DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-65-70

Промышленно-технологический уклад отечественного горного машиностроения, сформировавшийся на «обломках» машиностроительной отрасли Советского Союза, не может, да и не призван сократить отставание технического уровня российской промышленности от мирового уровня.

В настоящее время при активном участии ООО «Сибирское НПО» сформирована и реализуется «Концепция создания перспективного промышленного уклада на базе опережающего развития ключевых машиностроительных компонентов» [1, 2]. Основной тезис и цель Концепции [3] – расширение участия России в международном разделении труда.

Мировые лидеры в области горного машиностроения достигли достаточно высокого уровня производства, но как у нас, так и за рубежом давно не появлялось принципиально новых проходческих машин. Развитие идет по пути повышения качества и модернизации отдельных систем и механизмов.

На данном этапе отечественному горному машиностроению сложно конкурировать с такими гигантами, как «Herrenknecht AG» (Германия), «The Robbins Company» (США), «Mitsubishi heavy industries Ltd» (Япония), «Lovat Tunnel Equipment» (Канада) и др. Но все же это возможно при условии предложения новых современных технологий и при создании более совершенных и принципиально новых машин.

Сотрудниками НИЦ ООО «Сибирское НПО» накоплен опыт создания [4-5] образцов нового класса проходческих подземных аппаратов (ПА), движущихся в недрах Земли с использованием приконтурного массива горных пород (геосреды) [6-12] – геоходов.

Принципиальные отличия геоходов и их конкурентные преимущества перед традиционными проходческими системами приведены в работах [6-12].

Рис. 1. Структура перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике
Fig. 1. Structure of the prospective technological way of development (formation) of underground space on the basis of advanced development of new approaches in construction geotechnology and geotechnics

На всех этапах создания экспериментальных и опытных образцов геоходов разработчики сталкивались с проблемами дефицита научно-методического обеспечения [4, 5]. Какие-то пробелы удалось заполнить, к решению каких-то задач удалось приблизиться, а какие-то ждут своей очереди.

Удалось достигнуть определенных успехов на **этапе проектирования** [6-14], на **этапе изготовления** [15-20] и **испытаний** [21-24].

Необходимо отметить, что **на этапе испытаний** столкнулись не только с отсутствием методологии проведения испытаний такого вида ПА, но и с невозможностью привлечения профессиональных горных (подземных) испытателей. Следует особо отметить, что специальность «**горняк-испытатель»** в настоящее время отсутствует в горном деле.

Кроме того, отсутствие стендового оборудования для экспериментов и испытаний на **элементном** уровне приводило к тому, что до испытаний дело доходило только тогда, когда машина была полностью собрана, что, во-первых, сильно увеличивало стоимость испытаний, а во-вторых, создавало ситуацию, когда разработчики выявляли необходимость внесения серьезных изменений в уже готовую машину.

В авиастроении, в отличие от горного дела, испытания присутствуют на каждом из этапов создания нового летательного аппарата (ЛА), включая и производство, и проектирование. Кроме специализированных КБ и проектных НИИ, существуют НИИ летных испытаний.

В концепции создания «перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике» [1, 2] одно из ключевых мест отводится созданию центров испытаний подземных аппаратов (рис. 1) [25].

Центр испытаний ПА, взаимодействующих с геосредой – основной структурный элемент технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства.

В настоящее время испытания горной техники проводятся в два этапа:

– наземные испытания;

– промышленные испытания на действующих предприятиях.

Но такой подход приемлем только при внедрении модернизированных образцов горно-шахтного оборудования.

Отсутствие в горной промышленности специализированного центра подземных испытаний, а также самой профессии «горный испытатель» не просто сдерживает создание и внедрение новой конкурентоспособной техники, а делает этот процесс невозможным.

Испытание новой техники, например, в самолетостроении осуществляют специализированные центры и институты, существуют элитные профессии – летчик-испытатель, инженер-испытатель и др. Именно такой подход позволяет не только успешно доводить новую технику до серийного производства, но и безболезненно внедрять ее.

Полномасштабные (наземные и подземные) испытания, проводимые квалифицированными горными испытателями и инженерами, позволят:

Разработчику:

– Проверить эффективность заложенных компоновочных и конструктивных решений.

– Получить информацию для принятия решений по модернизации и совершенствованию оборудования или созданию принципиально новых образцов ГШО.

Изготовителю:

– Оценить качество изготовления оборудования.

– Выявить преимущества и недостатки.

– Разработать мероприятия, направленные на устранение выявленных недостатков, совершенствование конструкции, повышение безопасности и производительности.

– Качественно и количественно проверить и оценить по единым методикам технические параметры.

– Оценить безопасность и эффективность взаимоувязки машин, входящих в состав очистных или проходческих комплексов.

Потребителю ГШО:

– Снизить финансовые риски, связанные с вероятными экономическими потерями от приобретения и использования некачественного ГШО.

– Получить рекомендации по рациональному использованию ГШО.

Цель создания Центра испытаний ПА, взаимодействующих с геосредой – формирование базы для ускорения процесса разработки, изготовления, испытания и реализации (продажи) в регионе и России в целом новых образцов горношахтного оборудования, доведения их до промышленного применения и эффективной, безопасной эксплуатации.

Задачи Центра:

– Разработка методик проведения предварительных (наземных) испытаний ПА, их элементов и систем.

– Разработка методик проведения производственных (подземных) испытаний ПА, их элементов и систем.

– Организация, подготовка и проведение полномасштабных производственных (подземных) испытаний ПА.

– Разработка единообразных методик анализа и обработки данных испытаний.

– Разработка рекомендаций по совершенствованию конструкций ПА, их элементов и систем.

– Определение ТТХ (технико-технологических характеристик) ПА по единым методикам.

– Разработка инструкций и рекомендаций по использованию испытанных ПА.

– Подготовка и переподготовка специалистов для работы с новой техникой и оборудованием.

– Оказание содействия при внедрении новой техники на предприятиях.

На начальном этапе для предварительного формулирования паспорта специальности «Контроль и испытание подземных аппаратов (ПА) и их систем» за аналог принят паспорт специальности 05.07.07 «Контроль и испытание летательных аппаратов и их систем» [26].

Формула специальности:

Контроль и испытание подземных аппаратов (ПА) и их систем – область науки и техники, занимающаяся разработкой методов и средств определения **подземных ходовых (**движение ПА в геосреде с использованием геосреды**)** и эксплуатационно-технических характеристик ПА и их систем в условиях подземных ходовых испытаний в геосреде, на специальных стендах и в процессе серийной эксплуатации; изучением особенностей функционирования ПА, их систем, а также деятельности экипажа в натурных условиях.

Решение научно-технических проблем данной специальности обеспечивает сокращение продолжительности испытаний, повышение эффективности использования и расширение допустимых областей применения ПА, повышение надежности и безопасности ведения горнопроходческих работ, эксплуатационной технологичности и контролепригодности ПА и увеличение ресурса горнопроходческой техники.

Области исследований:

– Исследование, сертификация, контроль характеристик ПА и их систем в условиях или на основе натурных экспериментов с привлечением полунатурного и математического моделирования.

– Исследование характеристик систем и агрегатов ПА различного назначения (силовых установок, систем управления, навигации, контроля, связи, кондиционирования, гидравлических, топливных, противопожарных, светотехнических, радиооптоэлектронных систем; систем энергоснабжения, электрообеспечения и др.) в реальных условиях ведения горнопроходческих работ.

– Разработка методов проведения подземных и наземных испытаний, сертификации и контроля для обеспечения оценки подземных ходовых и эксплуатационно-технических характеристик ПА, их систем, а также тренажеров.

– Исследование методов измерений, исследования по разработке информационно-измерительных систем и специальной измерительной аппаратуры (в том числе внешнетраекторных измерений) для подземных ходовых испытаний. Исследование методов информационного сопровождения испытаний, автоматизации обработки и анализа измерений, оптимального планирования и управления проведением экспериментов.

– Разработка методов и проведение опережающих исследований физических процессов в натурных условиях (с привлечением моделирования и исследований на специальных стендах), необходимых при создании новых подземных аппаратов и их систем.

– Разработка методов анализа, обеспечения и определения безопасности, надежности, контролепригодности и эксплуатационной технологичности ПА и их систем на этапах создания, испытания и эксплуатации.

– Исследование деятельности экипажа, компоновки кабин и рабочих мест экипажа в натурных условиях и с использованием специальных стендов и тренажеров. Исследования с целью определения рационального облика стендов и тренажеров.

– Исследования влияния ПА на окружающую геосреду (деформации, перемещения). Исследования влияния внешних возмущений (геодинамические явления, электромагнитные излучения, радиация и т. д.) на ПА и их системы.

– Исследование средств и разработка методов контроля технического состояния ПА и их систем при техническом обслуживании и при проходке подземных выработок, исследования средств технического обслуживания.

Выводы:

Для сокращения отставания отечественного горного машиностроения от мировых лидеров и выхода на передовые позиции необходимо создание Перспективного технологического уклада освоения подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике.

Создание специализированных центров испытаний ПА – ключевая позиция в структуре Перспективного уклада.

Для создания эффективно работающих центров испытаний ПА необходимо создание научно-методического обеспечения программ испытаний ПА, разработка и реализация образовательных программ по подготовке специалистов в области испытаний ПА.

Для создания научно-методического обеспечения подготовки специалистов в области испытаний ПА необходимо создание соответствующего научного направления и научной специальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 1 //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – №. 4 (128). С. 105-114.
2. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 2 //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 5 (129). С. 43-52.
3. Концепция создания перспективного промышленного уклада на базе опережающего развития ключевых машиностроительных компонентов – http://pro-kompas.info/strategy/ (дата обращения – 13.05.2020) .
4. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Вальтер А.В., Ефременков А.Б. Опыт участия в проекте по организации высокотехнологичного производства //Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 8-15.
5. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В. Геоход: задачи, характеристики, перспективы //Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 3-8.
6. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В. Поверхность забоя при проходке горной выработки геоходом: монография / В.Ю. Бегляков, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing Gmb H&Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2012. - 139 с.
7. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Моделирование особенностей движения геохода //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2007. – №. 1. С. 20-22.
8. Аксенов В.В., Костинец И.К., Бегляков В.Ю. Особенности работы внешнего движителя геохода //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S6. С. 419-425.
9. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on the energy intensity of the rock destruction // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yaroslav-the-Wise Novgorod State University». 2019. С. 012002.
10. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. Solution for the location of rock cutting elements relative to the rotation center of geohod // В сборнике: E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03001.
11. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Блащук М.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Создание проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований //Горное оборудование и электромеханика. – 2020. – № 2 (148). – С. 3-12.
12. Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Геодинамика подземных аппаратов. Формула специальности, области исследований //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – №. 2. С. 31-41.
13. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Kostinets I.K., Efremenkov A.B., Khoreshok A.A. Influence of the supporting surface inclination angle of the external geokhod propulsor on the deflected mode of boundary rock massif //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2018. – Т. 441. – №. 1. – С. 012008.
14. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Казанцев А.А., Костинец И.К. Разработка законтурной опорно-движительной системы геоходов //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – №. 6 (124). С. 175-181.
15. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Костинец И.К., Коперчук А.В. Классификация геометрических параметров внешнего движителя геохода //Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 33-39.
16. Костинец И.К. Обоснование параметров опорной поверхности внешнего движителя геохода. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. Кемерово, 2018.
17. Dronov A.A., Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Efremenkov V.A. Determi-nation of external impacts on the bearing unit of the geokhod //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 656. – №. 1. – С. 012015.
18. Аксенов В.В., Вальтер А.В., Бегляков В.Ю. Обеспечение геометрической точности оболочки при сборке секций геохода //Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2014. – №. 4. – С. 19-28.
19. Вальтер А.В., Нозирзода Ш.С., Ивкин А.Н. Исследование точности изготовления крупногабаритных корпусов вращения опытного образца геохода // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2016. № Т11. С. 2026-2030.
20. Вальтер А.В. Факторы, обуславливающие погрешности поверхностей вращения

крупногабаритных корпусов геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 19-25.

21. Walter A.V., Borovikov I.F., Chernukhin R.V., Nozirzoda S.S. Research on geometric errors of intermediate unit shell of a geokhod // В сборнике: URGENT PROBLEMS OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING 2016. С. 12017.

22. Вальтер А.В., Чернухин Р.В., Капустин А.Н. Отклонения формы оболочки стабилизирующей секции геохода // Технологии и материалы. 2016. № 1. С. 4-7.

23. Блащук М.Ю. Обоснование параметров трансмиссии геохода с гидроприводом. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет. Юрга, 2012.

24. Коперчук А.В., Казанцев А.А., Бегляков В.Ю., Филонов В.В. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода. Технологии и материалы 1 (2015). С. 29-30.

25. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. 1986. № 5.

26. Паспорта научных специальностей – ВАК – http://arhvak.minobrnauki.gov.ru/316 (дата обращения – 23.06.2020).

Vladimir V. Aksenov[1,2,3], Dr. Sc.in Engineering, Sergey V. Magazov[1], Alexei A. Khoreshok[3], Dr.Sc, Professor, Vyacheslav Yu. Beglyakov[3,4], C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Alexander V. Koperchuk[4], C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Dmitry A. Pashkov[2], Postgraduate

[1]Scientific and research centre LLC «Siberian Research and Production Association», 650099, Sovetsky Av. 56, Kemerovo, Russia
[2]Federal Research Center of Coal and Coal chemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 10, Leningradsky Ave., Kemerovo, 650065, Russian Federation
[3]T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 650000, 28 Vesennyaya St., Kemerovo, Russia
[4]Yurga Technological Institute (Branch of Tomsk Polytechnic University), 652052 Leningradskaya Str. 26, Yurga, Russia

CENTER FOR TESTING TUNNELING UNDERGROUND APPARATUS INTERACTING WITH THE GEO-ENVIRONMENT. AREAS OF RESEARCH

Abstract: *The article presents the distinctive features of tunneling underground vehicles of the «Geokhod» class, as well as the problems faced by developers at all stages of creating experimental and prototype models. Lack of special scientific and methodological support is a limiting factor on the way to create a new class of underground vehicles. In aircraft construction, specialized centers and institutes carry out tests of aircrafts. There are elite professions such as test pilot, test engineer, etc. This approach allows us not only to successfully bring new equipment to mass production, but also to implement it painlessly. By analogy with the aircraft industry, the testing of underground vehicles interacting with the geo-environment should be entrusted to the center for testing of tunneling underground apparatus. Accordingly, a new scientific area and scientific specialty «Monitoring and testing of underground apparatus and their systems» should be established. The article offers a draft passport of the specialty and the field of research.*

Keywords: *center for testing of underground apparatus, geo-environment, geotechnics, geokhod-building, industrial way of life.*

Article info: *received August 20, 2020*
DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-65-70

REFERENCES

1. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu. Kontseptsiya sozdaniya perspektivnykh tekhnologicheskikh obrazovaniy (osvoyeniya) podzemnogo prostranstva na baze operezhaushchego razvitiya novykh podkhodov v stroitel'noy geotekhnologii i geotekhnike. Chast' 1 //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – №. 4 (128). Pp. 105-114.

2. Aksenov V.V., Horeshok A.A., Beglyakov V.Yu. Koncepciya sozdaniya perspektivnogo tekhnologicheskogo uklada formirovaniya (osvoeniya) podzemnogo prostranstva na baze operezhayushchego razvitiya novyh podhodov v stroitel'noj geotekhnologii i geotekhnike. Chast' 2 //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – № 5 (129). Pp. 43-52.

3. Koncepciya sozdaniya perspektivnogo promyshlennogo uklada na baze operezhayushchego razvitiya klyuchevyh mashinostroitel'nyh komponentov – http://pro-kompas.info/strategy/ (data obrashcheniya – 13.05.2020).

4. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Kazancev A.A., Val'ter A.V., Efremenkov A.B. Opyt uchastiya v proekte po organizacii vysokotekhnologichnogo proizvodstva //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – Pp. 8-15.

5. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Blashchuk M.Yu., Efremenkov A.B., Kazancev A.A., Horeshok A.A., Val'ter A.V. Geohod: zadachi, harakteristiki, perspektivy //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – Pp. 3-8.

6. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V. Poverhnost' zaboya pri prohodke gornoj vyrabotki geoho-dom: monografiya / V.Yu. Beglyakov, V.V. Aksenov // Izdatel'stvo: LAP LAMBERT Academic Publishing Gmb H&Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2012. -139 pp.

7. Aksenov V.V., Sadovec V.Yu. Modelirovanie osobennostej dvizheniya geohoda //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2007. – №. 1. Pp. 20-22.

8. Aksenov V.V., Kostinec I.K., Beglyakov V.YU. Osobennosti raboty vneshnego dvizhitelya geohoda //Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2013. – № S6. P. 419-425.

9. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on the energy intensity of the rock destruc-tion // V sbornike: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Educa-tion «Yaroslav-the-Wise Novgorod State University». 2019. P. 012002.

10. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. Solution for the location of rock cutting elements relative to the rotation center of geohod // V sbornike: E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. P. 03001.

11. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Koperchuk A.V., Blashchuk M.Yu., Sadovec V.Yu., Pashkov D.A. Sozdanie prohodcheskih podzemnyh apparatov, vzaimodejstvuyushchih s geosredoj. Obla-sti issledovanij //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika – 2020. – № 2 (148). – Pp. 3-12.

12. Aksenov V.V., Magazov S.V., Horeshok A.A., Beglyakov V.YU., Sadovec V.YU., Pashkov D.A. Geodinamika podzemnyh apparatov. Formula special'nosti, oblasti issledovanij //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2020. – №. 2. Pp. 31-41.

13. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Kostinets I.K., Efremenkov A.B., Khoreshok A.A. Influence of the supporting surface inclination angle of the external geokhod propulsor on the deflected mode of boundary rock massif //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2018. – T. 441. – №. 1. – P. 012008.

14. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Kazancev A.A., Kostinec I.K. Razrabotka zakonturnoj oporno-dvizhitel'noj sistemy geohodov //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekh-nicheskogo universiteta. – 2017. – №. 6 (124). Pp. 175-181.

15. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Kazancev A.A., Kostinec I.K., Koperchuk A.V. Klassifi-kaciya geometricheskih parametrov vneshnego dvizhitelya geohoda //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – Pp. 33-39.

16. Kostinec I.K. Obosnovanie parametrov opornoj poverhnosti vneshnego dvizhitelya geohoda. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk / Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T. F. Gorbacheva. Kemerovo, 2018.

17. Dronov A.A., Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Efremenkov V.A. Determination of external impacts on the bearing unit of the geokhod //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – T. 656. – №. 1. – P. 012015.

18. Aksenov V.V., Val'ter A.V., Beglyakov V.Yu. Obespechenie geometricheskoj tochnosti obo-lochki pri sborke sekcij geohoda //Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, in-strumenty). – 2014. – №. 4. – Pp. 19-28.

19. Val'ter A.V., Nozirzoda Sh.S., Ivkin A.N. Issledovanie tochnosti izgotovleniya krup-nogabaritnyh korpusov vrashcheniya opytnogo obrazca geohoda // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept», 2016. № T11. Pp. 2026-2030.

20. Val'ter A.V. Faktory, obuslavlivayushchie pogreshnosti poverhnostej vrashcheniya krupnogabaritnyh korpusov geohoda // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. 2016. № 8 (126). Pp. 19-25.

21. Walter A.V., Borovikov I.F., Chernukhin R.V., Nozirzoda S.S. Research on geometric errors of intermediate unit shell of a geokhod // V sbornike: URGENT PROBLEMS OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING 2016. P. 12017.

22. Val'ter A.V., Chernuhin R.V., Kapustin A.N. Otkloneniya formy obolochki stabiliziruyushchej sekcii geohoda // Tekhnologii i materialy. 2016. № 1. Pp. 4-7.

23. Blashchuk M.Yu. Obosnovanie parametrov transmissii geohoda s gidroprivodom. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk / Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. Yurga, 2012.

24. Koperchuk A.V., Kazancev A.A., Beglyakov V.Yu., Filonov V.V. Obosnovanie neobhodimosti razrabotki startovogo ustrojstva geohoda. Tekhnologii i materialy 1 (2015). S. 29-30.

25. L'vov D.S., Glaz'ev S.Yu. Teoreticheskie i prikladnye aspekty upravleniya NTP // Ekonomika i matematicheskie metody. 1986. № 5.

26. Pasporta nauchnyh special'nostej – VAK – http://arhvak.minobrnauki.gov.ru/316 (data ob-rashcheniya – 23.06.2020).

Библиографическое описание статьи

Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Пашков Д.А. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований // Горное оборудование и электромеханика – 2020. – № 4 (150). – С. 65-70.

Reference to article

Aksenov V.V., Magazov S.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Koperchuk A.V., Pashkov D.A. Center for testing tunneling underground apparatus interacting with the geo-environment. Areas of research. Mining Equipment and Electromechanics, 2020, no.4 (150), pp. 65-70.

ISSN 1816-4528

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

70
1950
2020
КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Т. Ф. Горбачёва

ЦЕНИМ ПРОШЛОЕ, СТРОИМ БУДУЩЕЕ

4 (149) ♦ 2020

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

12+

4(150) 2020

Основан в 2000 году | Выходит 6 раз в год | ISSN 1816-4528

Главный редактор:
Хорешок А.А., д.т.н., проф.

Зам. гл. редактора:
Лагунова Ю.А., д.т.н., проф.
Кантович Л.И., д.т.н., проф.

Редакционный совет:
Трубецкой К.Н., акад. РАН, д.т.н.
Галкин В.А., д.т.н.
Мерзляков В.Г., д.т.н., проф.
Блюменштейн В.Ю., д.т.н., проф.
Аксенов В.В., акад. АГН., д.т.н.

Редакционная коллегия:
Андреева Л.И., д.т.н.
Воронова Э.Ю., д.т.н., проф.
Галкин В.И., д.т.н., проф.
Глебов А.В., к.т.н.
Егоров А.Н. (Белоруссия)
Жабин А.Б., д.т.н., проф.
Зырянов И.В., д.т.н.
Ляхомский А.В., д.т.н., проф.
Певзнер Л.Д., д.т.н., проф.
Петров В.Л., д.т.н., проф.
Семыкина И.Ю., д.т.н., проф.
Трифанов Г.Д., д.т.н., доц.
Хазанович Г.Ш., д.т.н., проф.
Юнгмейстер Д.А., д.т.н., проф.

Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Адрес учредителя, издателя и редакции:
650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Весенняя 28

Технический редактор:
Останин О.А.

Дизайн обложки, компьютерная верстка: Бородин Д.А.

Телефон редакции:
+7 (384-2) 39-63-14

Email: gormash@kuzstu.ru
Сайт: http://gormash.kuzstu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

ООО «Кузбасская энергосетевая компания» 3
Кузбасский филиал компании «Россети Сибирь» 4
ООО «Сибирская генерирующая компания» 5
ООО ХК «СДС-энерго»: Энергичное сотрудничество 6
СУЭК-Кузбасс: Сотрудничество и партнёрство 8

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Коротков А.Н., Короткова Л.П., Соленцов Р.В., Шакиров Н.В. Исследование качества сталей подшипников качения различных производителей, используемых в горно-шахтном оборудовании 9

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Дрыгин М.Ю., Курышкин Н.П. Оценка уровня организации и эффективности применения системы планово-предупредительных ремонтов для экскаваторного парка Кузбасса 16
Дрыгин М.Ю. Оценка влияния аварийности и системы ТОиР на безопасность оборудования угольных карьеров Кузбасса 26
Герике Б.Л., Дрозденко Ю.В., Ермаков А.Н., Артамонов П.В., Копытин Д.В. Опыт использования цифровых технологий в оценке технического состояния комплексов глубокой разработки пластов 36
Утенкова Т.Г., Кремчеев Э.А., Громыка Д.С., Короткова О.Ю. Способы обезвоживания сапропеля 45
Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф. Математическое моделирование процесса копания грунта сферическим ковшом 52
Дубинкин Д.М. Обоснование необходимости создания тяжелых платформ для открытых горных работ 59
Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Пашков Д.А. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований 65

Позиция редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых материалов.

Полнотекстовый доступ к электронной версии журнала на сайте www.elibrary.ru
Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 58.14.1 ОКПД 2 ОК 034-2014 (КПЕС 2008)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций – Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-76284 от 19 июля 2019 г.

Журнал включен в Перечень ВАК РФ – ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по направлениям (технические науки):
- 05.02.00 - машиностроение и машиноведение (**05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин, 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки**)
- 05.05.00 – транспортное, горное и строительное машиностроение (**05.05.06 – горные машины**)
- 05.09.00 – электротехника (**05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты, 05.09.03 – электротехнические комплексы и системы**)

Дата подписи в печать: 04.10.2020. Дата выхода в свет: 30.10.2020. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Отпечатано на МФУ. Уч.-изд. л. 8,75. Тираж 100 экз. Заказ 259. Цена свободная
Адрес типографии: Издательский центр УИП КузГТУ
650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Д.Бедного, 4а

© Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

MINING EQUIPMENT AND ELECTROMECHANICS

GORNOE OBORUDOVANIE I ELEKTROMEKHANIKA

12+

4(150) 2020

Founded in 2000 Issued 6 times a year ISSN 1816-4528

Editor-in-chief:
Khoreshok A. A., Dr. Sc., prof.

Deputy editor-in-chief:
Lagunova, Yu. a., prof.
Kantowicz L. I., Dr. Sc., prof.

Editorial board:
Trubetskoy K. N., Acad. RAS, Dr. Sc.
Galkin V. A., Dr. Sc.
Merzlyakov V. G., Dr. Sc., prof.
Blumenstein V.Yu., Dr. Sc., prof.
Aksenov V. V., Akad. AMS., Dr. Sc.

Editorial Team:
Andreeva L. I., Dr. Sc.
Voronova E.Yu., Dr. Sc., prof.
Galkin V. I., Dr. Sc., prof.
Glebov A.V., Ph. D.
Egorov A. N. (Belarus)
Zhabin A. B., Dr. Sc., prof.
Zyryanov I. V., Dr. Sc.
Lakomski A. V., Dr. Sc., Prof.
Pevzner L. D., Dr. Sc., prof.
Petrov V. L., Dr. Sc., prof.
Semykina I. Yu., Ph. D.
Trifanov G. D., Dr. Sc., Assoc.
Khazanovich G. Dr. Sc., prof.
Jungmeister D. A., Dr. Sc., prof.

Founder and publisher:
T. F. Gorbachev Kuzbass state technical university

Address of the founder, the publisher and the Editorial office:
Russia, 650000, Kemerovo region, Kemerovo, 28 Vesennyaya str.

Technical editor:
Ostanin O. A.

Cover design,
computer layout: Borodin D. A.

Tel.: +7 (384-2) 39-63-14

Email: gormash@kuzstu.ru
Website: http://gormash.kuzstu.ru

CONTENTS

CONGRATULATIONS

LLC "Kuzbass Energy Grid Company" 3
Kuzbass branch of the company "Rosseti Siberia" 4
LLC "Siberian generating company" 5
LLC HC "SDS-energo": Energetic cooperation 6
SUEK-Kuzbass: Cooperation and partnership 8

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR MECHANICAL AND PHYSICAL-TECHNICAL PROCESSING

Korotkov A.N., Korotkova L.P., Solentsov R.V., Shakirov N.V. Research of the quality of steels of rolling bearings by different manufacturers used in mining equipment 9

MINING MACHINES

Drygin M.Yu., Kuryshkin N.P. Assessment of the level of organization and efficiency of application of the SPR system for the excavator park of Kuzbass 16
Drygin M.Yu. Assessment of the influence of accident and MRO system on the safety of equipment of coal pits of Kuzbass 26
Gerike B.L., Drozdenko Yu.V., Ermakov A.N., Artamonov P.V., Kopytin V.D. The experience of using digital technologies in estimation of the technical state of highwall mining complex 36
Utenkova T.G., Kremcheev E.A., Gromyka D.S., Korotkova O.Yu. Methods of dehydration of sapropel 45
Buryy G.G., Poteryaev I.K., Skobelew S.B., Kovalevskiy V.F. Mathematical modeling of the soil digging process with a spherical bucket 52
Dubinkin D.M. Justification of the need to create heavy platforms for open-pit mining. 59
Aksenov V.V., Magazov S.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Koperchuk A.V., Pashkov D.A. Center for testing tunneling underground apparatus interacting with the geo-environment. Areas of research 65

The editorial position does not always coincide with the point of view of the authors of the published materials.

Full-text access to the electronic version of the journal is on website www.elibrary.ru
Tax relief - All-Russian product classifier
The publication corresponds to 58.14.1 OKPD 2 OK 034-2014 (KPEC 2008)

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Communications - Certificate PI No. FS77-76284 of July 19, 2019.

The journal is included in the Russia List of the Higher Attestation Commission being the list of the leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results of theses for the academic degrees of a doctor and candidate of sciences should be published in the following areas (engineering):

- 05.02.00 - mechanical engineering and engineering science (**05.02.02 - mechanical engineering, drive systems and machine parts, 05.02.07 - technology and equipment for mechanical and physical-technical processing**)
- 05.05.00 - transport, mining and construction engineering (**05.05.06 - mining machines**)
- 09.05.00 - electrical engineering (**09.05.01 - electromechanics and electrical apparatus, 09.05.03 - electrotechnical complexes and systems**)

Signed for publication on 04 October 2020. Date of publication: 30 October 2020. Format 60×84 /8. Offset paper. Imprinted on MFPs. Published sheets 8,75. Edition 100 copies. Order 259. Free price
Address of the printing house:
Publishing center UIP KuzSTU
Russia, 650000, Kemerovo region, Kemerovo, 4a, D. Bednogo str

© T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 2020