

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

¹Научно-исследовательский центр ООО «Сибирское НПО», Россия, 650099, Кемерово, пр. Советский, 56

²Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского Отделения Российской академии наук, 650065, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10

³Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

⁴Юргинский 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 ответственного 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].

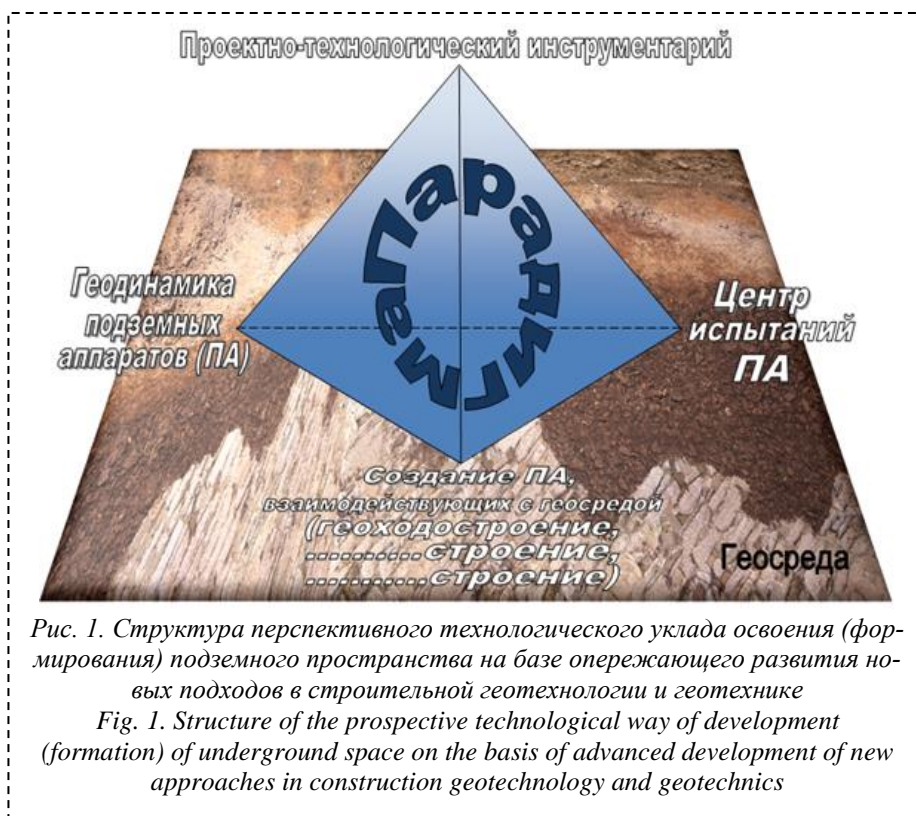


Рис. 1. Структура перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике
 Fig. 1. Structure of the prospective technological way of development (formation) of underground space on the 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 элементарном 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, позволяют:

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 взаимосвязки 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 натуральных 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 натуральных 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 натуральных 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 натуральных 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 GmbH & 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., Efremenko A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenko 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 geokhod // 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., Efremenko 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-двигательной 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., Efremenko A.B., Efremenko V.A. Determination 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., Nozizoda 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. Magazov¹, Alexei A. Khoreshok³, Dr.Sc, Professor, Vyacheslav Yu. Beglyakov^{3,4}, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Alexander V. Koperchuk⁴, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Dmitry A. Pashkov², Postgraduate

¹Scientific and research centre LLC «Siberian Research and Production Association», 650099, Sovetsky Av. 56, Kemerovo, Russia

²Federal Research Center of Coal and Coal chemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 10, Leningradsky Ave., Kemerovo, 650065, Russian Federation

³T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 650000, 28 Vesennyaya St., Kemerovo, Russia

⁴Yurga 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. Kontsepsiya sozdaniya perspektivnykh tekhnologicheskikh obrazovaniy (osvoeniya) podzemnogo prostranstva na baze operzhayushchego 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. Konceptsiya sozdaniya perspektivnogo tekhnologicheskogo uklada formirovaniya (osvoeniya) podzemnogo prostranstva na baze operzhayushchego razvitiya novykh podkhodov v

stroitel'noj geotekhnologii i geotekhnike. Chast' 2 //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – № 5 (129). Pp. 43-52.

3. Konceptsiya sozdaniya perspektivnogo promyshlennogo uklada na baze operzhayushchego razvitiya klyuchevykh mashinostroitel'nykh 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., Efremkov 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., Efremkov A.B., Kazancev A.A., Horeshok A.A., Val'ter A.V. Geohod: zadachi, karakteristiki, perspektivy //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – Pp. 3-8.
6. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V. Poverhnost' zaboya pri prohodke gornoj vyrabotki geohodom: monografiya / V.Yu. Beglyakov, V.V. Aksenov // Izdatel'stvo: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & 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., Efremkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremkov V.A. Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on the energy intensity of the rock destruction // V sbornike: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ISPC-ET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «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 prohodcheskikh podzemnykh apparatov, vzaimodejstvuyushchih s geosredoj. Oblasti issledovaniy //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 podzemnykh apparatov. Formula special'nosti, oblasti issledovaniy //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2020. – №. 2. Pp. 31-41.
13. Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Kostinets I.K., Efremkov 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 tekhnicheskogo universiteta. – 2017. – №. 6 (124). Pp. 175-181.

15. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Kazancev A.A., Kostinec I.K., Koperchuk A.V. Klassifikatsiya geometricheskikh parametrov vneshnego dvizhitelya geohoda //Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – Pp. 33-39.
16. Kostinec I.K. Obosnovanie parametrov opornoj poverhnosti vneshnego dvizhitelya geohoda. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T. F. Gorbacheva. Kemerovo, 2018.
17. Dronov A.A., Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Efremkov A.B., Efremkov 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 geometricheskoy tochnosti obo-lochki pri sborke sekcij geohoda //Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty). – 2014. – №. 4. – Pp. 19-28.
19. Val'ter A.V., Nozirezoda Sh.S., Ivkin A.N. Issledovanie tochnosti izgotovleniya krup-nogabaritnykh korpusov vrashcheniya opytного obrazca geohoda // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept», 2016. № T11. Pp. 2026-2030.
20. Val'ter A.V. Faktory, obuslavlivayushchie pogreshnosti poverhnostej vrashcheniya krupnogabaritnykh korpusov geohoda // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. 2016. № 8 (126). Pp. 19-25.
21. Walter A.V., Borovikov I.F., Chernukhin R.V., Nozirezoda 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., Chernukhin R.V., Kapustin A.N. Otkloneniya formy oblochki stabiliziruyushchej sekcii geohoda // Tekhnologii i materialy. 2016. № 1. Pp. 4-7.
23. Blashchuk M.Yu. Obosnovanie parametrov transmissii geohoda s gidroprivodom. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. Yurga, 2012.
24. Koperchuk A.V., Kazancev A.A., Beglyakov V.Yu., Filonov V.V. Obosnovanie neobходимosti 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 nauchnykh special'nostej – VAK – <http://arhvak.minobrnauki.gov.ru/316> (data obrashcheniya – 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.