

Разработка стандартизированного подхода по выбору пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ

Ю.В. Малахов^{1,3}✉, В.А. Ракитин², Д.А. Пашков³

¹ Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

² ООО «ЕРТ-ГРУПП», г. Екатеринбург, Российская Федерация

³ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация
✉ yv.malakhov@mail.ru

Резюме: Ориентация на зарубежных поставщиков с их методиками и рекомендациями применения шин на шахтных машинах без учёта требований и особенностей конкретных условий эксплуатации в России привела к отсутствию отечественных нормативных подходов к их использованию. В статье обоснована актуальность разработки стандартизированного подхода выбора крупногабаритных шин. Инициатором разработки является ООО «ЕРТ-ГРУПП». Представлены инструменты стандартизации, за счет которых будет определена основа для обеспечения качества и эффективности эксплуатации шахтных машин. Разработаны положения стандартизированного подхода выбора крупногабаритных шин для шахтных машин. По разработанному подходу выбора шин приведен пример подбора шины для погрузочно-доставочной машины Epiroc ST1030, эксплуатируемой в условиях шахты «Шерегешская» АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Приведены основные отраслевые направления применения стандарта по выбору пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ. Отмечено, что разработка проекта стандарта по порядку выбора крупногабаритных шин для шахтных машин соответствует ключевым направлениям развития стандартизации и технической политики по обеспечению горной отрасли современными инструментами стандартизации. Использование национального стандарта «Оборудование-горно-шахтное. Самоходные машины для подземных горных выработок. Порядок выбора шин пневматических» будет способствовать снижению простоев шахтных машин, связанных с неправильным подбором крупногабаритных шин в зависимости от типа машины и условий эксплуатации, что позволит снизить экономические и материальные потери подземных горнодобывающих предприятий.

Ключевые слова: самоходные машины, шахтные машины, горные машины, пневматические шины, крупногабаритные шины, производственные стандарты по шинам

Для цитирования: Малахов Ю.В., Ракитин В.А., Пашков Д.А. Разработка стандартизированного подхода по выбору пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ. *Горная промышленность*. 2024;(1):52–58. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-1-52-58>

Development of a standardized approach to selection of pneumatic tires for self-propelled machines for underground mining operations

Yu.V. Malakhov^{1,3}✉, V.A. Rakitin², D.A. Pashkov³

¹ Institute of problems of comprehensive exploitation of mineral resources them. academician N.V. Melnikova Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² ERT-GROUP LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

³ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation
✉ yv.malakhov@mail.ru

Abstract: Orientation towards foreign suppliers with their methods and recommendations for tire application on mining machines without taking into account the requirements and specific features of operating conditions in the Russian Federation has led to a lack of domestic regulatory approaches to their use. The article justifies the relevance of developing a standardized approach to selection of giant tires. The development was initiated by “ERT-GROUP” LLC. Standardization tools are presented, through which the basis for ensuring the quality and efficiency of mine machinery operation will be determined. Provisions of the standardized approach to selection of giant tires for mining machines are developed. An example of tire selection for the

Epiroc ST1030 LHD operated in conditions of the Sheregeshskaya mine, EVRAZ ZSMK JSC, is given according to the developed approach to tire selection. The main directions in the industry for application of the standard for the selection of pneumatic tires for underground self-propelled mining machines are given. In conclusion, it is noted that the development of a draft standard for selection of giant tires for mining machines corresponds to the key directions in development of standardization and technical policy to provide the mining industry with modern standardization tools. The use of the national standard entitled "Mining equipment. Self-propelled machines for underground mine workings. The order of selection of pneumatic tires" will contribute to reducing downtime of mining machines associated with the incorrect selection of giant tires depending on the type of machine and the operating conditions, which will reduce economic and material losses of underground mining enterprises.

Ключевые слова: self-propelled machines, underground mining equipment, mining machines, pneumatic tires, giant tires, industrial standards for tires

Для цитирования: Malakhov Yu.V., Rakitin V.A., Pashkov D.A. Development of a standardized approach to selection of pneumatic tires for self-propelled machines for underground mining operations. *Russian Mining Industry*. 2024;(1):52–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-1-52-58>

Введение

Уход из страны передовых зарубежных производителей и поставщиков крупногабаритных шин (КГШ) привел к появлению ряда проблем и рисков для потребителей данной продукции, среди которых:

- необходимость обеспечения эффективной работы шахтных машин на пневматическом ходу;
- сохранение достигнутых эксплуатационных расходов, связанных с простоем шахтных машин из-за неисправности КГШ;
- необходимость обеспечения сбалансированного контроля качества КГШ;
- трудности в оценке правильности использования заменяемых изготовителями из дружественных стран типов и моделей КГШ вследствие отсутствия установленного нормативного порядка их применения на различных шахтных машинах.

Ведущие импортные бренды по производству КГШ в своей производственной линейке имеют разнообразные шины различных конструкций с техническими характеристиками, пригодными для широких условий использования. Однако, подстраиваясь под международные стандарты, отечественные потребители шин разрабатывают и внутренний порядок их применения с целью повышения ходимости шин в условиях конкретного горного предприятия.

Ориентация на зарубежных поставщиков с их методиками и рекомендациями применения КГШ на шахтных машинах привела к отсутствию отечественных нормативных подходов к использованию КГШ в горной промышленности.

Учитывая, что эксплуатация шахтных машин встроена в транспортно-технологическую цепочку добычи минеральных ресурсов на критически важных объектах, увеличение отказов в их работе вследствие неправильного подбора КГШ будет нести существенные потенциальные риски по снижению эффективности производственного процесса горного предприятия.

Актуальность разработки стандартизованного подхода выбора КГШ

Исходя из проведенного анализа специалистами уральской группы компаний ЕРТ (ООО «ЕРТ-Групп», ООО «Майнринг СНГ», г. Екатеринбург), специализирующейся на поставках промышленных шин на российский рынок, ходимость КГШ для подземных горных машин от передовых

западных изготовителей составляет в среднем 3–4 мес¹. Современные интенсивные способы разработки полезных ископаемых [1–4] требуют снижения простоев и увеличения времени машинного использования шахтной машины в технологических процессах, связанных с добычей и транспортировкой полезных ископаемых. При проведении сервисно-технического обслуживания необходимо верно подобрать параметры КГШ, что обеспечит эффективное использование шахтной машины, в том числе и по соотношению «цена – качество».

При этом сегодня ввиду разнообразия предложения на рынке шин потребители, опираясь на экономические факторы, вынуждены отказываться от более эффективных вариантов шин в сторону более дешевых. Связано это с отсутствием отечественного стандартизованного порядка по выбору шин.

Авторами [5] отмечено, что в значительной степени на ходимость шин самоходных машин в подземных горных выработках влияют условия эксплуатации, при этом необходимо учитывать различные нагрузки на шину от шахтной машины в зависимости от ее назначения. Наличие стандартизованной методики выбора пневматической шины для конкретного типа подземной шахтной машины с учетом условий ее эксплуатации позволило бы снизить экономические потери горнодобывающих предприятий.

Таким образом, был сформулирован запрос горного сообщества на потребность в национальном стандарте, устанавливающим порядок выбора пневматических шин для самоходных машин для подземных горных выработок в зависимости от условий эксплуатации и типа шахтной машины.

В настоящее время ООО «ЕРТ-Групп» является инициатором разработки стандартизованного подхода к выбору пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ.

Данный подход позволит проводить выбор шин в зависимости от условий эксплуатации и типа шахтной машины, а также осуществлять контроль со стороны уполномоченных организаций и органов.

Актуальность разработки национального стандарта обусловлена необходимостью наличия отечественной нормативной базы, регламентирующей применение пнев-

1 ООО «ЕРТ-ГРУПП»: время быть полезным стране и отрасли. Режим доступа: <https://www.vnedra.ru/tehnika/ooo-ert-grupp-vremya-byt-poleznym-strane-i-otrasli-21837/> (дата обращения: 29.11.2023).

матических шин на горных (рудничных) машинах, находящихся в эксплуатации и на вновь изготовленных отечественными изготовителями взамен импортозамещаемых машин зарубежного производства. Отечественная нормативная база необходима для замены ранее используемых рекомендаций изготовителей КГШ из недружественных стран, ограничивших поставку продукции на российский рынок.

Инструменты стандартизации

Одной из целей национальной стандартизации является повышение качества услуг и эффективности производственных процессов. Для решения задачи по снижению затрат на эксплуатацию шахтных машин путем правильного подбора КГШ в предложенном для разработки стандарте будут установлены единые правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации² на основе передового отечественного и зарубежного опыта. В данном случае объектом стандартизации является шахтная машина, а аспектом стандартизации – порядок выбора КГШ.

В работе [6] отмечено, что разработанный стандарт с учетом наилучших практик позволит сократить издержки в производстве, ускорить размещение внедрения правил на рынке, содействовать передаче информации для заинтересованных сторон [7], обеспечит технологическую и функциональную совместимость.

Новый стандарт позволит решить задачи, возникшие сегодня в горнодобывающей промышленности, для ускорения процессов импортозамещения и освоения новых рынков, обозначить и реализовать функции обратной связи производителя и непосредственного потребителя.

Таким образом, для разрабатываемого стандарта за счет базовых инструментов стандартизации, таких как унификация, взаимозаменяемость, совместимость и оптимизация, будет определена основа для обеспечения качества и эффективности эксплуатации и сервисного обслуживания шахтных машин.

Отметим, что основным звеном по планированию, разработке и экспертизе нормативных документов по стандартизации в области горно-шахтного оборудования и горных технологий³ является технический комитет по стандартизации «Горное дело» (ТК 269), чья деятельность направлена на обеспечение технологического развития горной и угольной отрасли [8].

Поэтому в рамках утвержденной программы национальной стандартизации на 2024 г. в ТК 269 по предложению члена комитета ООО «ЕРТ-Групп» (г. Екатеринбург) запланирована разработка проекта национального стандарта «Оборудование-горно-шахтное. Самоходные машины для подземных горных выработок. Порядок выбора шин пневматических».

Положения стандартизованного подхода выбора КГШ для шахтных машин

Сегодня в мире существует несколько производственных стандартов по шинам:

- TRA (Tire and Rim Association Inc.) – ассоциация по шинам и ободьям (США);

- ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organisation) – европейская техническая организация (Европа);
- JATMA (Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc.) – японская ассоциация производителей автомобильных шин (Япония);
- STRO (Scandinavian Tyre & Rim Organization) – скандинавская организация по шинам и ободьям (Северная Европа);
- ISO – Международная организация по стандартизации.

В нашей стране используются все стандарты. Это во многом зависит от региона, откуда поставляются шины, но наиболее широко применяются TRA и ETRTO.

Покрышки для спецтехники, к которым и относятся шахтные машины, делятся на несколько базовых категорий в соответствии с типом машин, для которых они предназначены: E – карьерная техника; L – погрузчики и бульдозеры; G – грейдеры; C – катки; IND – индустриальные шины; R – комбайны, трактора, индустриальная техника; I – сельхозорудия и тележки; F – шины для направляющих колес тракторов; HF – флотационные шины для тракторов, комбайнов, индустриальной и лесозаготовительной техники; LS – лесозаготовительная техника.

Конструктивно шины бывают радиальными либо диагональными. Выбор типа конструкции зависит от условий эксплуатации и типа машины, на которую они устанавливаются.

Производительность шин определяют техническим показателем ТКВЧ, при котором шина не перегревается для обеспечения перевозки горной массы при определенной скорости. Измеряется данный показатель в «тонно-километрах в час» или ТМВЧ (тонно-миль в час) [9] Показатель позволяет установить, какое количество груза и на какое расстояние может перевезти данная шина за 1 ч без опасности теплового разрушения.

На ТКВЧ (ТМВЧ) влияют конструкция шины, состав резины, ее размер и тип.

ТКВЧ (ТМВЧ) рассчитывают по формуле:

$$TKB\check{C} = Q_{cp} V_{cp}, \tag{1}$$

где Q_{cp} – средняя нагрузка на шину, т;

V_{cp} – средняя эксплуатационная скорость за рабочий день, км/ч.

Согласно нормативам TRA шины для землеройной техники и катков классифицируются по виду техники, типу протектора и условиям эксплуатации.

Однако условия эксплуатации при подземной добыче полезных ископаемых более суровые, чем условия эксплуатации землеройной техники. Также каждому типу шахтной машины соответствуют свои характерные условия эксплуатации шин.

Таким образом, при расчете ТКВЧ считаем необходимым учитывать условия эксплуатации шахтных машин и тип самой машины. Одним из вариантов учета условий эксплуатации и типа машины является введение дополнительных коэффициентов в формулу (1).

С учетом условий эксплуатации и типа самоходной машины, а также на основе отечественного и зарубежного опыта отмечены рекомендации по выбору шин в зависимости от типа самоходной машины.

Погрузочно-доставочная машина (ПДМ)

1) Для высокоабразивных пород по износостойкости наиболее эффективны диагональные шины типа L5S. До-

² «О стандартизации в Российской Федерации»: Федеральный закон №162-ФЗ от 29 июня 2015 г. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39815> (дата обращения: 30.11.2023).

³ Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Горное дело»: приказ №249 от 14 февр. 2017 г. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456044661?marker=64U0IK> (дата обращения: 01.12.2023).

полнительным преимуществом использования шин диагональной конструкции является значительное снижение количества боковых порезов.

2) При работе в условиях высокой обводненности и при наличии сопутствующих несвязанных пород лучше всего вместо шин L5S применять шины с протектором типа L5.

3) При увеличении дистанции пути и росте интенсивности работы ПДМ необходимо применение шин радиальной конструкции.

4) При дальнейшем росте интенсивности работ необходимо применение шин с менее глубоким протектором L4/L4S.

Шахтные самосвалы

1) Эксплуатация шахтных самосвалов на шинах диагональной конструкции, как правило, малоэффективна из-за низкого ТКВЧ шин (возможность применения на очень малой дистанции пути).

2) Шины типа L5S могут использоваться только на коротких дистанциях пути со средней скоростью до 5 км/ч.

3) Шины типа L5 могут использоваться только на коротких дистанциях пути со средней скоростью до 6 км/ч.

4) При использовании на самосвалах шин типа L5S или L5 в непрерывном цикле движения при превышении допустимой средней скорости требуется остановка через каждые 2 ч эксплуатации на 30 мин для предотвращения перегрева шин.

5) Для всех остальных типов шин ключевым для выбора является определение средней скорости за смену. При этом дистанция пути в одну сторону не должна превышать 4 км. В случае превышения этой дистанции для груженого автосамосвала необходима 30-минутная остановка либо при движении без остановки изначально необходима корректировка средней скорости за смену порядка 10% за каждый дополнительный 1 км свыше дистанции 4 км.

6) Шины категории L3 целесообразно использовать

при добыче мягких пород (гипс, угли, сланцы), при необходимости более высокой средней скорости за смену (до 16 км/ч) и при большой дистанции пути.

Для шин типа 35/65R33 требуются отдельные условия эксплуатации.

Самоходные вагоны

1) Из-за невысокой дистанции пути и низких скоростей, как правило, более эффективны для эксплуатации шины диагональной конструкции. Дополнительным преимуществом использования шин диагональной конструкции является значительное снижение количества боковых порезов, которые часто встречаются для такого типа использования техники.

Буровые установки

Буровые установки сходны по типу использования с самоходными вагонами, но так как у них нет деления циклов порожняя/груженная машина, то нет и ограничения по дистанции пути и выше допустимая средняя скорость. Как правило, применяются шины диагональной конструкции.

Вспомогательная техника









Вспомогательная техника сходна по типу использования с буровой техникой, но для машин с грузовым циклом (машины для перевозки людей, грузов, бетоновозов и пр.) из-за высокой интенсивности нагрузки могут применяться шины как диагональной, так и радиальной конструкции. При этом дополнительным критерием выбора конструкции шин является частота вида повреждения шины. В случае более частых боковых порезов необходимо применять шину диагональной конструкции, при более частых повреждениях беговой дорожки (пробой и пр.) необходимо применять шины радиальной конструкции.

По табл. 1 производится выбор протектора и конструкции шины в зависимости от типа шахтной машины.

Таблица 1
Выбор типа протектора и конструкции шины от типа шахтной машины

Table 1
Selection of tread type and tire design depending on the type of the mining machine

Тип протектора	Рисунок протектора	Тип шахтной машины									
		ПДМ		Шахтный самосвал		Самоходный вагон		Буровая установка		Вспомогательная техника	
		Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная
E3 (тяг)		-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
E3/L3 (скал)		-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
L3S		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Тип протектора	Рисунок протектора	Тип шахтной машины									
		ПДМ		Шахтный самосвал		Самоходный вагон		Буровая установка		Вспомогательная техника	
		Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная	Радиальная	Диагональная
E4 (тяг)		-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
E4 (тяг)		-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
E4 (скал)		-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
L4		+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
L4S		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
L5 (тяг)		+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
L5 (скал)		+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
L5S		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Приведенный выше подход следует использовать при разработке национального стандарта на порядок выбора шин на самоходные машины для подземных горных работ с установкой нормативных рекомендаций.

Пример выбора шины

В качестве примера рассмотрим подбор шины для ПДМ Epiroc ST1030, эксплуатируемой в условиях шахты «Шерегешская» АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Выбор шины производится по подходу, представленному выше.

На рис. 1 представлено пересечение горных выработок с расположенной в нем ПДМ Epiroc ST1030. Условия эксплуатации ПДМ – обводненные выработки, без несвязанных пород почвы, дальность пути неизвестна.

Таким образом, согласно табл. 1 и представленному выше подходу для ПДМ Epiroc ST1030, эксплуатируемой в условиях шахты «Шерегешская» АО «ЕВРАЗ ЗСМК», необходимо выбирать шины с протектором L5S при дальности пути ПДМ более 1 км радиальной конструкции, а менее 1 км – диагональной.



Рис. 1
Условия эксплуатации
ПДМ Epiroc ST1030 в условиях
шахты «Шерегешская»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Источник: Железная Горная Шория: спуск в железорудную шахту «Шерегешская». Режим доступа: <https://dprom.online/mtindustry/zheleznaya-gornaya-shoriya-ds21/> (дата обращения: 29.11.2023).

Fig. 1
Operating conditions
of the Epiroc ST1030 LHD
in conditions of the
Sheregeshskaya mine,
EVRAZ ZSMK JSC

Source: Zheleznaya Gornaya Shoria: way down the Sheregeshskaya iron ore mine. (In Russ.) Available at: <https://dprom.online/mtindustry/zheleznaya-gornaya-shoriya-ds21/> (accessed: 29.11.2023).

Отраслевые направления применения стандарта

Основные направления использования разрабатываемого проекта национального стандарта:

- оснащение шахтных машин при выпуске с производства;
- при проведении инженерно-технического контроля качества поставляемых шин, в процессе претензионной работы и сервисно-технического обслуживания шахтных машин на подземном горном предприятии;
- при проведении судебных экспертно-технических экспертиз для решения поставленных задач соответствующей области применения стандарта [10];
- для оценки соответствия установленным в национальном стандарте требованиям в рамках добровольного подтверждения, а также в процедурах отраслевой добровольной сертификации.

Заключение

1. Разработка проекта стандарта по порядку выбора КГШ для шахтных машин соответствует ключевым направлениям развития стандартизации и технической политики по обеспечению горной отрасли современными инструментами стандартизации.
2. При разработке положений проекта стандарта по порядку выбора КГШ следует руководствоваться передовым отечественным и зарубежным опытом в целях достижения установления актуальных для конкретного использования рекомендаций и правил.
3. Использование национального стандарта «Оборудование горно-шахтное. Самоходные машины для подземных горных выработок. Порядок выбора шин пневматических» будет способствовать снижению простоев шахтных машин, связанных с неправильным подбором КГШ в зависимости от типа машины и условий эксплуатации, что позволит снизить экономические потери подземных горнодобывающих предприятий.
4. Представленный подход следует использовать при разработке национального стандарта на порядок выбора шин на самоходные машины для подземных горных работ с установкой нормативных требований и рекомендаций.

Список литературы / References

1. Keropyan A.M., Kuziev D.A., Krivenko A.E. Process research of wheel-rail mining machines traction. In: Radionov A., Kravchenko O., Guzeev V., Rozhdestvenskiy Y. (eds) *Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham.; 2020, pp. 703–709. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22063-1_75
2. Kouziyev D., Krivenko A., Chezganova D., Blumensteiun V. Sensing of dynamic loads in the open-cast mine combine. *E3S Web of Conferences*. 2019;105:03014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910503014>
3. Муминов Р.О., Райханова Г.Е., Кузиев Д.А. Повышение надежности и долговечности буровых станков за счет понижения динамических нагрузок. *Уголь*. 2021;(5):32–36. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-5-32-36>
Muminov R.O., Rayhanova G.E., Kuziev D.A. Experimental research and analysis of a quarry drilling rig. *Ugol'*. 2021;(5):32–36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-5-32-36>
4. Muminov R.O., Kuziev D.A., Zotov V.V., Sazankova E.S. Performability of electro-hydro-mechanical rotary head of drill rig in open pit mining: A case-study. *Eurasian Mining*. 2022;(37):76–80. <https://doi.org/10.17580/em.2022.01.16>

5. Ракитин В.А., Малахов Ю.В., Пашков Д.А. Проблемы повышения эффективности эксплуатации пневматических шин на самоходных машинах для подземных горных работ. *Горная промышленность*. 2023;(5):62–65. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5-62-65>
Rakitin V.A., Malakhov Yu.V., Pashkov D.A. Challenges of increasing the efficiency of pneumatic tire operation on mobile underground mining equipment. *Russian Mining Industry*. 2023;(5):62–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5-62-65>
6. Зажигалкин А.В. Стандартизация в области импортозамещения нефтегазового машиностроения. *Стандарты и качество*. 2016;(1):40–44. Режим доступа: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=99210> (дата обращения: 12.11.2023).
Zazhigalkin A.V. On standardization in import substitution of oil-and-gas machine building. *Standards and Quality*. 2016;(1):40–44. (In Russ.) Available at: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=99210> (accessed: 12.11.2023).
7. Аронов И.З., Зажигалкин А.В., Папич Л. Роль стандартизации в развитии инновационных процессов. *Стандарты и качество*. 2016;(5):20–24. Режим доступа: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=101983> (дата обращения: 12.11.2023).
Aronov I.Z., Zhazigalkin A.V., Papich L. The role of standardization in innovation processes development. *Standards and Quality*. 2016;(5):20–24. (In Russ.) Available at: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=101983> (accessed: 12.11.2023).
8. Малахов Ю.В. Стандартизация как инструмент развития технологий и инноваций в ТЭК. В кн.: *Инновации в топливно-энергетическом комплексе и машиностроении (ТЭК-2017): материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Кемерово, 18–21 апр. 2017 г.* Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева; 2017. С. 63–68.
Malakhov Yu.V. Standardization as a tool for technology development and innovations in the fuel and energy complex. In: *Innovations in the fuel and energy complex and mechanical engineering (FEC-2017): Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, April 18-21, 2017, 2017 г.* Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2017, pp. 63-68. (In Russ.).
9. Руднева А.А., Портола В.А. О проблеме безопасной эксплуатации крупногабаритных шин. *Безопасность труда в промышленности*. 2023;(9):39–44. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2023-9-39-44>
Rudneva A.A., Portola V.A. On the problem of the large tires safe operation. *Occupational Safety in Industry*. 2023;(9):39–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2023-9-39-44>
10. Шамаев Г.П. Особенности производства судебных инженерно-технологических экспертиз с использованием государственных стандартов. *Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки*. 2016;(3-2):468–474.
Shamaev G.P. Features of the forensic engineering expertise using the state standards. *Izvestiya Tulsikogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ekonomicheskie i Yuridicheskie Nauki*. 2016;(3-2):468–474. (In Russ.)

Информация об авторах

Малахов Юрий Валентинович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация; доцент кафедры открытых горных работ, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: yv.malakhov@mail.ru

Ракитин Василий Алексеевич – генеральный директор ООО «ЕРТ-Групп», г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: rusgora@mail.ru

Пашков Дмитрий Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник научного центра «Цифровые технологии», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация

Information about the authors

Yuri V. Malakhov – Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, N.V. Melnikov Institute for Problems of Integrated Subsoil Development of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Open Pit Mining, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: yv.malakhov@mail.ru

Vasily A. Rakitin – General Director, ERT-Group LLC, rusgora@mail.ru, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: rusgora@mail.ru

Dmitry A. Pashkov – Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Research Center “Digital Technologies”, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

Article info

Received: 11.12.2023

Revised: 11.01.2024

Accepted: 16.01.2024

Информация о статье

Поступила в редакцию: 11.12.2023

Поступила после рецензирования: 11.01.2024

Принята к публикации: 16.01.2024