

Сервисное обслуживание пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ

В.А. Ракитин¹, Ю.В. Малахов^{2,3}✉, Д.А. Пашков³

¹ ООО «ЕРТ-ГРУПП», г. Екатеринбург, Российская Федерация

² Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

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

Резюме: В статье рассмотрена проблема низкой ходимости пневматических шин на самоходных машинах для подземных горных работ. Отмечено, что правильный выбор пневматических шин позволит повысить ходимость шин, но для большего повышения необходимо контролировать весь жизненный цикл шины, т.е. проводить ее сервисное обслуживание. Представлены этапы жизненного цикла, которые необходимо учитывать при сервисном обслуживании. Контроль на каждом этапе сведет повреждение пневматических шин к минимуму. К учету шинного хозяйства стоит отнести регистрацию истории использования шин и управление запасами. Анализ регистрации позволит определить причины отбраковки шин и условия их износа, состояние шин до и после ремонта, до и после восстановления протектора. Сервисное обслуживание пневматических шин позволит планировать примерный уровень складских запасов, периоды замены и эффективно управлять складскими запасами. В статье обоснована актуальность проведения совместных совещаний сервисных специалистов, разработчиков шин, специалистов предприятия. В заключение отмечено, что вопрос по созданию национального стандарта сервисного обслуживания пневматических шин для самоходных машин для подземных горных выработок является актуальным.

Ключевые слова: сервисное обслуживание, пневматические шины, самоходные машины, шахтные машины, качество дорог, условия эксплуатации

Для цитирования: Ракитин В.А., Малахов Ю.В., Пашков Д.А. Сервисное обслуживание пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ. *Горная промышленность*. 2024;(2):65–69. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-2-65-69>

Service maintenance of pneumatic tyres for mobile underground mining machines

V.A. Rakitin¹, Yu.V. Malakhov^{2,3}✉, D.A. Pashkov³

¹ ERT-GROUP LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

² Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

✉ yv.malakhov@mail.ru

Abstract: The article presents the issue of short life of pneumatic tyres for mobile underground mining machines. It is noted that the correct choice of pneumatic tyres will increase the tyre life, but for a greater increase it is necessary to control the entire life cycle of the tyre, i.e. to carry out its service. The life cycle stages to be taken into account during tyre maintenance are presented. Control at each stage will minimise damage to the pneumatic tyres. The maintenance phase should include the records of tyre usage history and stock management. Analysis of the records will help to determine the reasons for tyre rejection and the wear conditions, the tyre condition before and after repair, and before and after retreading. Service maintenance of pneumatic tyres will allow planning the approximate level of stock, replacement periods and effective stock management. The article justifies the relevance of holding joint meetings of service specialists, tyre designers, and the company's. In conclusion, it is noted that the issue of creating a national standard of service maintenance of pneumatic tyres for mobile underground mining machines is relevant.

Keywords: service, pneumatic tyres, mobile machines, mining machines, road quality, operating conditions

For citation: Rakitin V.A., Malakhov Yu.V., Pashkov D.A. Service maintenance of pneumatic tyres for mobile underground mining machines. *Russian Mining Industry*. 2024;(2):65–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-2-65-69>

Введение

Крупногабаритные шины (КГШ) являются одной из основных статей затрат при добыче полезных ископаемых как открытым, так и подземным способом [1; 2]. Отсутствие в России производства КГШ после введенных санкций привело к экономическим потерям предприятий. Ходимость шин из дружественных стран на порядок меньше, чем у проверенных импортных брендов, таких как Michelin и Bridgestone [3]. В связи с этим предприятиям приходится чаще менять КГШ, увеличивая время простоя техники. Стоит отметить значительно меньшую ходимость шин в подземных условиях в сравнении с открытым способом добычи.

В настоящее время с целью повышения ходимости КГШ экспертами компаний ООО «ЕРТ-Групп», ООО «MINERING» и техническим комитетом по стандартизации горношахтного оборудования и безопасных технологий «Горное дело» (ТК 269) реализуется подход к отраслевой сертификации шин для самоходных машин для подземных горных работ. Ведутся работы по разработке национального стандарта «Оборудование горно-шахтное. Самоходные машины для подземных горных выработок. Порядок выбора шин пневматических» [4].

Правильный выбор КГШ позволит повысить ходимость шин, но для большего повышения необходимо разрабатывать стандарт их сервисного обслуживания (рис. 1), контролировать весь жизненный цикл шины.

Сервисное обслуживание пневматических шин

Сервисное обслуживание – это комплекс мер, направленных на поддержание оборудования в исправном состоянии и увеличение срока безотказной работы [5; 6]. В нашем случае увеличение срока безотказной работы и будет увеличением ходимости КГШ.

Сервисное обслуживание должно учитывать:

- хранение и транспортировку шин;
- монтаж/демонтаж;
- ремонт/восстановление;
- эксплуатацию, в т.ч. ротирование шин на технике;
- содержание и обслуживание технологических дорог;
- учет шинного хозяйства для сбора и последующего анализа информации по увеличению ходимости КГШ на подземных машинах.

Соблюдение основных тезисных правил и комплексный подход к сервисному обслуживанию КГШ, в свою очередь, позволит продлить срок эксплуатации КГШ и минимизировать простой добычной, вспомогательной и транспортировочной техники.

Хранение и транспортировка пневматических шин

Шины классифицируются как:

- новые;
- бывшие в использовании, в т.ч. после ремонта;
- смонтированные на дисках;
- демонтированные с дисков.

Для каждого типа существуют свои требования к хранению. Новые шины необходимо хранить в помещении – в прохладном, темном, сухом месте, либо накрытыми водонепроницаемым брезентом при хранении на улице на расстоянии от двигателей, распределительных щитов и кабелей, топлива и смазочных материалов. До монтажа шины нельзя снимать приспособление для защиты ее борта или стальную ленту.



Рис. 1
Меры по увеличению ходимости пневматических шин шахтных машин

Fig. 1
Measures to increase the pneumatic tyre life of mining machines

Шины, не смонтированные на дисках, допускается складывать друг на друга, не более четырех шин в «колонне».

Бывшие в использовании шины хранят, как и новые, предварительно очистив от загрязнений и камней.

Транспортировать шины необходимо в упакованном состоянии с установленными приспособлениями для защиты бортов со стальными лентами. При подъеме шины использовать широкие волокнистые стропы, ремни или специальные приспособления для перевалки шин. Использование тросов и/или погрузчиков с вилами для перемещения и складирования шин с контактом в посадочной зоне шины на диск – запрещено.

Монтаж/демонтаж пневматических шин

Монтаж и демонтаж КГШ должны осуществляться на шиномонтажном участке с применением специального оборудования, приспособлений и инструмента в условиях, исключающих попадание грязи в шину. В полевых условиях монтаж/демонтаж шин должен осуществляться с применением передвижных и переносных приспособлений.

Монтажу подлежат только исправные, соответствующие по размерам и типам шины, ободья, бортовые, посадочные, распорные и замочные кольца. Рекомендуется использовать новый вентиль и уплотнительное кольцо. Элементы колеса, поступающие для монтажа, должны быть чистыми и сухими. Шины, хранившиеся при температурах ниже 0 °С, перед монтажом на ободья следует отогреть до температуры не менее +15–18 °С.

При монтаже КГШ шины рекомендуется применять:

- новый вентиль и уплотнительное кольцо (O-Ring), в случае негерметичности соприкосновения посадочной зоны и диска (минимальная деформация диска) рекомендуется применять L-образные кольца;

– современные смазывающие средства, такие как монтажная паста или гель, при монтаже КГШ на диск, при которых достигается следующий ряд преимуществ: безопасность и лёгкость монтажных и впоследствии демонтажных работ; отсутствие коррозии диска и прилипания бортовой зоны шины к коническому и фланцевым кольцам; эластичность шины при накачке, особенно в условиях низких температур; герметичность контура в зоне посадки шины на диск.

Применение специализированного ручного инструмента для вертикального монтажа/демонтажа шины с диска минимизирует время шиномонтажных работ, что впоследствии позволяет сократить время простоя техники за счет отсутствия демонтажа диска со ступицы машины.

Ремонт/восстановление пневматических шин

Ремонт КГШ производится одноэтапным методом горячей вулканизации, что обеспечивает повторное вовлечение в эксплуатацию шин, вышедших из эксплуатации вследствие:

- боковых сквозных порезов до 250 мм;
- сквозных пробоев по беговой дорожке до 250 мм;
- сквозных пробоев в плечевой зоне до 250 мм;
- повреждений бортовой зоны шин;
- несквозных порезов поверхностного слоя шины.

Тем самым обеспечивается эксплуатация шин с полной выработкой ресурса до полного износа протектора шин.

Эксплуатация пневматических шин

Для достижения максимальной ходимости КГШ шин необходимо [7; 8] соблюдение рекомендаций завода-изготовителя по давлению, нагрузке на шину, скоростного движения самоходной машины в конкретных горно-геологических условиях эксплуатации. Качественный подход к сохранению/увеличению срока «жизни» КГШ зависит от перестановки шины по остаточной глубине протектора на более щадящие позиции. Например: при установке новой шины на ПДМ необходимо провести ее ротирование с данной оси при достижении наработки в 30–40% от номинальной глубины протектора на заднюю ось. Таким образом будет достигаться максимально эффективная эксплуатация шины.

Содержание и обслуживание технологических дорог

В процессе эксплуатации КГШ применительно к подземным разработкам особое внимание необходимо уделять состоянию технологических дорог, так как по статистике основным выходом из строя КГШ является механическое повреждение в виде бокового пореза. Данное повреждение напрямую связано с качеством технологических дорог, так как в подземных условиях существует недостаток специализированной техники, который задействован в обслуживании технологических дорог (выравнивании, снижении глубины колеиности и т.п.).

Учет шинного хозяйства

По сравнению с шинами, которые используются например на карьерах, условия эксплуатации шин на самоходные машины для подземных горных работ являются очень жесткими и легко приводят к таким повреждениям, как порезы (механический выход шины из строя) [9–11].

Поэтому для обеспечения безопасности и экономичности необходимо часто выполнять проверки шин. Периодич-

ность проверки и ответственных за контроль необходимо регламентировать.

К параметрам проверки КГШ стоит отнести:

– технические параметры шины (серийный номер, текущее давление, отклонение от параметров, рекомендованных заводом-изготовителем для согласованных условий и типа (модели) техники).

- внешний вид шины;
- давление в шине;
- нагрузку на шину для ПДМ и самосвалов;
- остаточную глубину протектора;
- осмотры шин и отчеты представителей со стороны завода-изготовителя.

Постоянные проверки внешнего вида (рис. 2) каждой шины необходимы для эффективного проведения ее ремонта, восстановления протектора или отбраковки. Раннее выявление небольших повреждений шин позволяет сэкономить значительные средства на их ремонте в долгосрочной перспективе.



Рис. 2
Проверка внешнего вида пневматической шины погрузочно-доставочной машины

Fig. 2
Inspection of the pneumatic tyre visual appearance on the load-haul-dump machine

Давление в шине является одним из важнейших факторов, влияющих на ходимость КГШ. Регулярный контроль необходим для поддержания правильного давления. Отклонение давления в шине от рекомендованного (соответствующего нагрузке на шину с учетом скоростного режима) в любом случае приводит к снижению ходимости шины. Анализ контроля давления в шинах позволит увидеть отношение предприятия к увеличению ходимости КГШ [12].

Контроль нагрузки на шину возможно проводить через весовой контроль и диспетчерскую службу при наличии системы динамического взвешивания.

Измерение остаточной глубины протектора позволит оценить потенциал ходимости КГШ (ожидаемый пробег шины) и спрогнозировать последующую потребность. Неравномерный износ указывает на ухудшение технического состояния машины и/или качества дорог.

Контроль качества дорог (рис. 3) позволит оценить вероятность повреждений КГШ.



Рис. 3
Проведение контроля качества дорог

Fig. 3
Carrying out the road quality control

Результаты проверки параметров КГШ должны вноситься в соответствующие базы данных для дальнейшего анализа.

К учету шин стоит отнести регистрацию истории использования шин и управление запасами. Рассмотрение истории проведения проверок шин позволит определить причины отбраковки шин и условия их износа и/или выхода из строя, состояние шин до и после ремонта, до и после восстановления протектора. Такая документация служит основой для всех аспектов управления использованием шин и позволяет оценивать их срок службы, анализировать повреждения и износ.

Комплекс мероприятий по сервисному обслуживанию пневматических шин позволит планировать примерный уровень складских запасов, периоды замены КГШ и

эффективно влиять на процессы, связанные с поставками новых КГШ.

Для качественного сервисного обслуживания необходимо организовывать проведение совместных совещаний, сервисных специалистов, разработчиков шин специалистов предприятия, на котором эксплуатируются пневматические шины. Целью совещаний станут сбор и систематизация информации об эксплуатации пневматических шин, выявление проблем и их решений для увеличения ходимости КГШ. Слаженная работа всех служб позволит увеличить ходимость шин и организовать их непрерывный процесс улучшения.

Разработка национального стандарта с требованиями к сервисному обслуживанию пневматических шин позволит наладить связь между сервисными службами производителей шин и их потребителями, распределит обязанности каждой стороны. Стандарт обеспечит возможность контролировать качество предоставления сервисного обслуживания КГШ, что позволит продлить ходимость шин, а у потребителя сформируется уверенность в заводе-изготовителе.

Заключение

1. Для повышения ходимости КГШ необходимо проводить не только правильный выбор шин, но и обеспечивать их сервисное обслуживание.
2. Сервисное обслуживание КГШ должно учитывать хранение и транспортировку шин, монтаж, эксплуатацию и их техническое обслуживание.
3. Сервисное обслуживание пневматических шин позволит планировать примерный уровень складских запасов, периоды замены КГШ и эффективно управлять складскими запасами.
4. Установлена актуальность создания национального стандарта сервисного обслуживания пневматических шин для самоходных машин для подземных горных выработок.

Список литературы / References

1. Кульпин А.Г. Исследование потока отказов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. *Горное оборудование и электромеханика*. 2018;(5):29–35. <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2018-5-29-34>
Kulpin A.G. Study of failures of off-the-road tires used on quarry dump trucks. *Mining Equipment and Electromechanics*. 2018;(5):29–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2018-5-29-34>
2. Dewangan N., Gopal S., Ali F., Bansal A., Mahilang N. Use of waste tyre in concrete. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*. 2023;11(6):1674–1684. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.53882>
3. 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>
4. 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>
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>

5. 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;(1):76–80. <https://doi.org/10.17580/em.2022.01.16>
6. Gerike B., Drozdenko Yu., Kuzin E., Ananyin I., Kuziev D. Formation of comprehensive service system of belt conveyor gearboxes. *E3S Web of Conferences*. 2018;41:03011. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20184103011>
7. Liu Y., Chen H., Wu S., Gao J., Li Y., An Z. et al. Impact of vehicle type, tyre feature and driving behaviour on tyre wear under real-world driving conditions. *Science of The Total Environment*. 2022;842:156950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156950>
8. Becker C., Els S. Agricultural tyre stiffness change as a function of tyre wear. *Journal of Terramechanics*. 2022;102:1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2022.04.001>
9. Горюнов С.В., Хорешок А.А. Разработка методики оценки ресурса крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. *Горное оборудование и электромеханика*. 2021;(2):3–10. <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2021-2-3-10>
Goryunov S.V., Khoreshok A.A. Development of a methodology for assessing the resource of large-sized tires of quarry dump trucks. *Mining Equipment and Electromechanics*. 2021;(2):3–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2021-2-3-10>
10. Mahjouri S., Shabani R., Skote M. Reducing temperature, drag load and wear during aircraft tyre spin-up. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. 2022;94(6):906–914. <https://doi.org/10.1108/AEAT-09-2021-0287>
11. Shah B., Trivedi V., Waghela J., Yadav Z. Pneumatic vulcanizing machine for tyres. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*. 2022;6(5):1–7. <https://doi.org/10.55041/IJSREM12694>
12. Ефимов В.И., Кротиков О.В. Оценка эффективности эксплуатации крупногабаритных шин на угольных разрезах ОАО «ХК «СДС-уголь». *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2013;(2):112–117.
Efimov V.I., Krotikov O.V. Evaluation of the operational efficiency of large-sized tires on coal mines JSC HC “SBU-coal”. *Izvestiya Tulsogo Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle*. 2013;(2):112–117. (In Russ.)

Информация об авторах

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

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; кафедра открытых горных работ», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: yv.malakhov@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

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

Yuri V. Malakhov – Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; Department of Open Pit Mining, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: yv.malakhov@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: 07.03.2024

Revised: 02.04.2024

Accepted: 03.04.2024

Информация о статье

Поступила в редакцию: 07.03.2024

Поступила после рецензирования: 02.04.2024

Принята к публикации: 03.04.2024