

ГОРНЫЕ МАШИНЫ MINING MACHINES

Научная статья

УДК 621.879

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-39-46

Демченко Игорь Иванович, Попов Никита Анатольевич, Игнатова Ольга Сергеевна

Сибирский федеральный университет

* для корреспонденции: marovina@mail.ru

О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ АДГЕЗИИ К ОПОРНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ ШАГАЮЩИХ ЭКСКАВАТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ



Информация о статье

Поступила:

13 ноября 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 марта 2026 г.

Принята к печати:

15 апреля 2026 г.

Опубликована:

04 июня 2026 г.

Ключевые слова:

шагающий экскаватор, опорные поверхности, адгезия, налипание горной массы, бывшие в употреблении конвейерные ленты, автомобильные покрышки

Аннотация.

Карьерные шагающие экскаваторы являются одним из основных видов техники для организации выемочно-погрузочных операций на открытых горных работах. В связи с работой техники в сложных климатических, а также горнотехнических условиях возникают трудности при ее эксплуатации. Наряду с известной проблемой налипания и намерзания горной массы к ковшу шагающего экскаватора, при его передвижении имеет место высокая адгезия к опорным поверхностям – опорной базе и лыжам. Процесс шагания экскаватора сложный и длительный, не терпит простоев и дополнительных работ, а также требует повышенной внимательности к оборудованию и устройствам. Проведенные исследования по определению силы отрыва в институте Цветных металлов Сибирского федерального университета показали, что адгезия горной массы, взятой с разрезов СУЭК-Красноярск, к резиноватросовой транспортной ленте намного меньше, чем к металлу. В работе рассмотрены основные типоразмеры экскаваторов, используемые на предприятиях, а также для каждого из них определены и показаны основные элементы конструкции и параметры устройств с применением бывших в употреблении резинотехнических изделий, таких как автомобильные покрышки и резиноватросовая транспортная лента, приведены схемы расположения материалов на опорной базе и лыжах шагающего экскаватора с разными вариантами расположения, а также рассчитаны основные массогабаритные параметры и количественные характеристики для каждой предложенной схемы при использовании экскаваторов разного типоразмера. Проведенные расчеты основных параметров показали, что применение схем с использованием автомобильных покрышек может сократить массу конструкции по сравнению со схемой с применением резиноватросовой транспортной ленты более чем на 1000 кг при использовании малого диаметра шины и до 900 кг при использовании покрышки большего диаметра. Использование предложенных устройств (с применением резиноватросовой транспортной ленты и автомобильных покрышек) на разрезах СУЭК-Красноярск позволит снизить намерзание и налипание горной массы на опорные поверхности шагающих экскаваторов, что повысит эффективность их использования.

Для цитирования: Демченко И.И., Попов Н.А., Игнатова О.С. О предотвращении адгезии к опорным поверхностям шагающих экскаваторов с применением резинотехнических изделий // Горное оборудование и электромеханика. 2026. № 2 (184). С. 39-46. DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-39-46, EDN: НУСГМУ

Введение.

Карьерные шагающие экскаваторы представляют один из распространенных видов техники для организации выемочно-погрузочных работ на ме-

сторождениях с открытым способом разработки. Данный вид техники широко применяется в разнообразных горно-геологических, климатических и горнотехнических условиях, что может существен-

но снизить эффективность ее работы из-за критических температур и большой влажности окружающей среды, в частности, большее влияние на снижение эффективности будет оказывать налипание и намерзание горной массы на опорные поверхности шагающего экскаватора [1,2,4].

Как показали исследования по изучению силы отрыва горной массы от различных конструктивных материалов, перспективными направлениями по борьбе с проблемой налипания и намерзания выступает применение резинотехнических изделий, а именно бывших в употреблении резиновой или резинотканевой транспортной конвейерной ленты, а также автомобильных покрышек.

Обладая низкими адгезионными свойствами, эти изделия являются перспективным вариантом в области решения данной проблемы. Предлагаемые резинотехнические изделия доступны к применению, если горнодобывающее предприятие использует конвейерный транспорт [10].

Разработка устройств

При передвижении шагающий экскаватор опирается на три точки, двумя из которых являются лыжи, а третьей точкой – кромка опорной базы экскаватора.

Для предотвращения налипания и намерзания горной массы к опорным поверхностям шагающих экскаваторов предлагается устанавливать на опорные поверхности бывшие в употреблении резинотехнические изделия, а именно бывшие в употреб-

лении резиновых или резинотканевых транспортерных лент. Для этого по периметру опорной базы и к передней части лыж по ходу движения крепится стальная балка с отверстиями. Отверстия служат для крепления крюка, который в свою очередь соединен тросом с отрезком конвейерной ленты (Рис. 1). В средней части отрезки конвейерных лент соединены элементами крепления в виде скоб с нижним настилом опорной базы.

Устанавливают отрезки параллельно друг другу до тех пор, пока днище опорной базы не будет изолировано отрезками конвейерной ленты от горной массы.

Второй вариант устройства для борьбы с проблемой налипания и намерзания горной массы к опорным поверхностям шагающих экскаваторов

предусматривает размещения под опорной базой бывших в употреблении автомобильных покрышек, предварительно разрезанных вдоль по протектору. В работе рассмотрены покрышки размера R14/195/65 и R15/195/65 с наружным диаметром 596 и 620 мм соответственно. Вес данных новых покрышек для шины R14 составляет 8,4 кг, а для R15 = 9 кг. Половинки покрышек располагают отрезанной частью к нижнему настилу опорной базы и связывают между собой стальным тросом. Трос соединяют по периметру с балкой крепления, а в средней части – с нижним настилом опорной базы. Зазор между полупокрышками L принимается равным 200 или 300 мм, руководствуясь тем, что

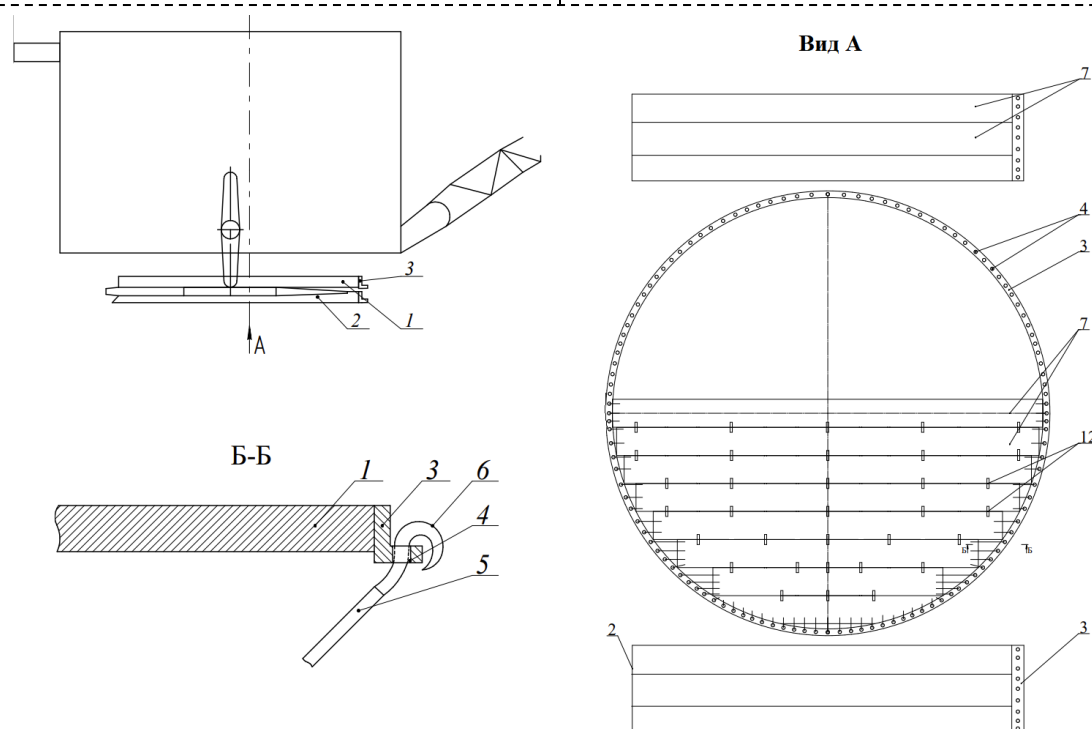


Рис. 1. Фронтальный вид экскаватора и вид А при использовании варианта с применением транспортерных лент и их расположение: 1 – опорная база экскаватора; 2 – лыжи; 3 – балка крепления; 4 – отверстия в балке; 5 – трос крепления; 6 – крюк; 7 – отрезок конвейерной ленты; 12 – элемент крепления

Fig. 1. Front view of the excavator and view A using the conveyor belt option and their arrangement
1 – Excavator support base; 2 – Skid plates; 3 – Mounting beam; 5 – mounting cable; 6 – hook; 4 – Beam openings; 7 – Conveyor belt section; 12 – fastener element

при давлении опорной базы они будут испытывать деформацию, а выбранный между ними зазор позволяет нивелировать изменение их габарита, а также снизить количество шин и выбрать наиболее

подходящий вариант установки для конкретной модели экскаватора. Таким образом производят футеровку опорной базы.

Данный вариант устройства имеет две различ-

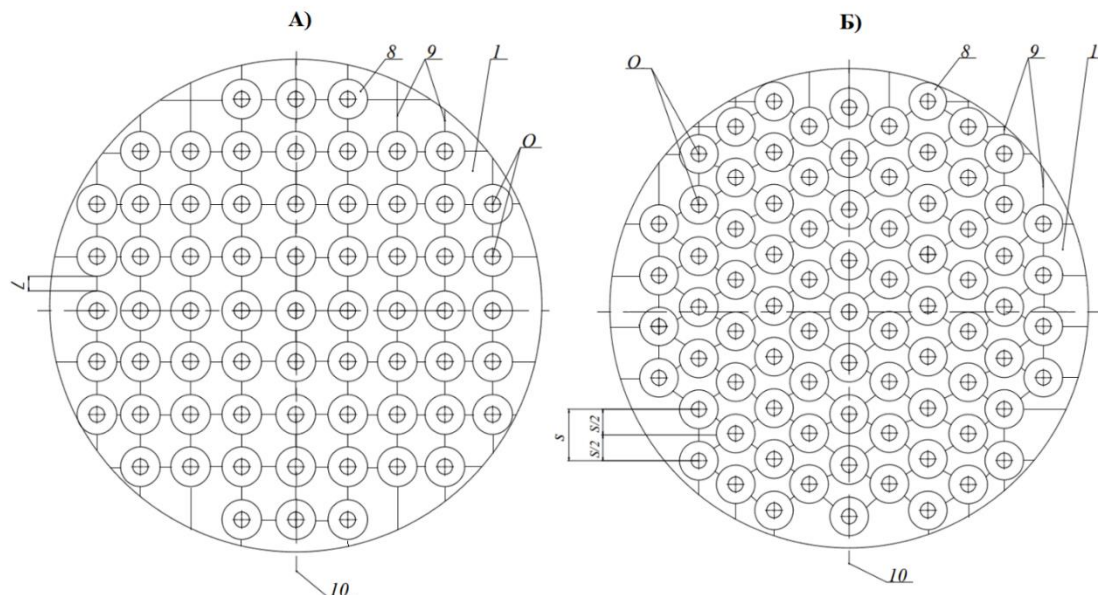


Рис. 2. Вариант предлагаемого устройства с применением автомобильных покрышек под опорной базой экскаватора

(А – пример квадратного расположения полупокрышек, Б – пример шахматного расположения полупокрышек).

1 – опорная база экскаватора, 8 – полупокрышка, 9 – элемент соединения (трос), 10 – ось экскаватора, L – зазор между полупокрышками, O – центр полупокрышки, S – расстояние между центрами полупокрышек.

Fig. 2. A variant of the proposed device using automobile tires

(A – an example of a square arrangement of half tires, B – an example of a staggered arrangement of half tires).

1 – excavator support base, 8 – half tires, 9 – connecting element (cable), 10 – excavator axle, L – tire gap, O – tire center, S – distance between tire centers.

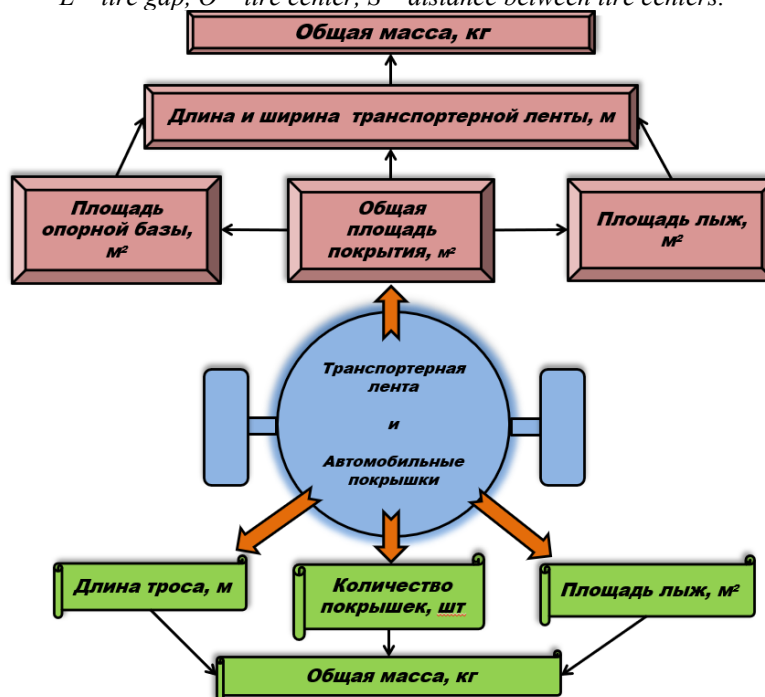


Рис. 3. Схема параметров устройств для борьбы с налипанием и намерзанием на опорные поверхности шагающих экскаваторов с применением транспортной ленты и автомобильных покрышек.

Fig. 3. Parameter diagram of a device for combating adhesion and freezing on the supporting surfaces of walking excavators using a conveyor belt and automobile tires.

ные схемы установки – квадратную и шахматную. В первом случае (Рис. 2а) связанные между собой автомобильные полупокрышки устанавливаются таким образом, чтобы центры окружностей шин O в каждом ряду находились на одной перпендикулярной оси экскаватора. Размещать ряды следует параллельно, при необходимости смещая ряд от центра к периферии, для равномерного расположения шин в пределах опорной поверхности экскаватора.

Вариант устройства с шахматным расположением шин (Рис. 2б) предусматривает более плотную установку автомобильных полупокрышек и применим на участках с высокой адгезией породы. Центры окружностей шин O в этом варианте в каждом ряду смещены относительно друг друга на половину расстояния между центрами этих покрышек ($S/2$) и соединены с необходимым зазором с покрышками соседнего ряда. Как и в случае с транспортной лентой, размещение связанных между собой полупокрышек, а также их амортизационные свойства будут способствовать уменьшению или полному исключению адгезии. Однако как в квадратной схеме, так и в шахматной схеме расстановки следует соблюдать свободное пространство между крайним рядом покрышек и краем опорной базы в целях защиты конструкции от обрыва, как показано на Рис. 2, руководствуясь особенностью передвижения экскаватора, при котором происходит истирание кромки опорной поверхности.

При выборе квадратного или шахматного расположения покрышек под опорной базой шагающего экскаватора учитываются горнотехнические условия конкретного месторождения.

Применение устройства с использованием автомобильных покрышек применимо исключительно

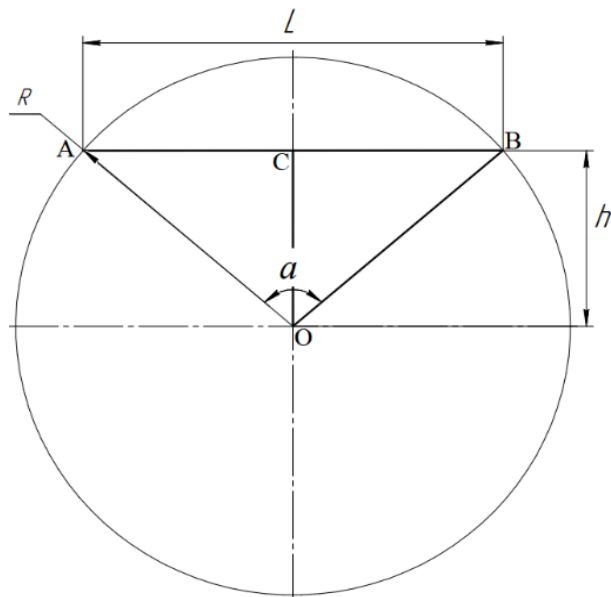


Рис. 4 Основные обозначения для расчета длины сегмента: L – длина сегмента; R – радиус опорной базы; h – высота сегмента; α – центральный угол.

Fig. 4. Basic notations for calculating segment length: L – segment length; R – base radius; h – segment height; α – central angle.

для защиты опорной базы шагающего экскаватора. Для лыж в данном случае будет использоваться все та же транспортная конвейерная лента, которая применяется в первом варианте устройства.

Стоит отметить, что, размер покрышек выбран исходя из их массового использования на автомобильном транспорте, однако возможно применение и других, менее востребованных размеров шин.

Обоснование основных параметров устройств

Выбор основных параметров устройств по предотвращению налипания и намерзания горных масс, представленных на Рис. 3, осуществляется с учетом габаритов опорных поверхностей (опорной базы и лыж) шагающих экскаваторов различных типоразмеров.

Сначала определяем общую площадь покрытия опорных поверхностей резинотросовыми транспортными лентами по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} + 2(L \cdot B)$$

где D – диаметр опорной базы экскаватора; L – длина лыжи; B – ширина лыжи.

Средняя масса резинотросовой транспортной ленты составляет 18 кг/м^2 , исходя из этого, можно найти общий вес конвейерной ленты на опорных поверхностях шагающего экскаватора для каждого типоразмера.

Как было сказано ранее, для крепления резинотехнических изделий периметр опорной базы экскаватора оборудован крепежной балкой, представляющей собой стальной швеллер. Для определения длины воспользуемся уравнением по нахождению периметра через диаметр базы:

$$L = \pi d$$

где d – диаметр опорной базы экскаватора.

Зная длину балки, найдем и ее массу с учетом ее погонной массы $= 10,4 \text{ кг/м}$.

При использовании варианта с применением изношенных автомобильных покрышек под опорной базой экскаватора определим их количество в зависимости от выбранного диаметра шины. На этот параметр будет влиять и длина зазора между шинами, который составит $200\text{--}300 \text{ мм}$.

Для точного определения количества полупокрышек рассчитаем длину троса, на котором эти покрышки размещены. Вдоль продольной оси экскаватора длина троса будет равна диаметру опорной базы, а последующие длины тросов определяются как длины хорд и считаются от центра к периферии. [13]. Необходимые расчеты ведутся по формуле:

$$L_{\text{трос}} = 2(2R \cdot \sin \frac{\alpha}{2}) + \Delta_1$$

где R – радиус опорной базы; α – центральный угол; Δ_1 – длина запаса троса на крепление шин.

Центральный угол α для каждого следующего ряда будет уменьшаться, а его значение определим из прямоугольного треугольника OCB (Рис. 4), где $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{h}{R}$. Величину h

найдем как сумму $d+l$, здесь d – внешний диаметр покрышки, l – длина зазора, R – радиус опорной базы.

Длина троса, определенная по формуле, будет корректна как для схемы устройства с рядным расположением, так и для устройства с шахматным расположением.

Определив длины хорд для каждого типоразмера экскаваторов, а также выбрав соответствующий зазор между покрышками и их диаметр, рассчитаем количество покрышек на хорде, используя выражение:

$$n = \frac{L}{(d + l)}$$

где L – длина хорды; d – внешний диаметр выбранной покрышки; l – длина зазора.

Внешний диаметр покрышки в данном случае может меняться в зависимости от ее размера (для расчетов принимался средний и самый распространенный размер покрышки, а именно шина с внутренним диаметром 14 и 15 дюймов и высотой профиля 65). Для нахождения общего числа покрышек на опорной базе экскаватора необходимо суммировать найденные значения для каждой из хорд. Общее число шин представлено в Таблице 1.

Для визуализации и простоты анализа значения Таблицы 1 представлены в виде гистограммы (Рис. 5) для каждого из рассматриваемых экскаваторов.

Общий вес конструкции с применением автомобильных покрышек определяется выражением:

$$m_1 = L_{\text{троса к(ш)}} \cdot \rho + (m_2 n) / 2 + m_3 S_2 + m_4$$

где L – длина троса; ρ – удельный вес троса;

n – количество покрышек; m_2 – вес одной новой покрышки; m_3 – удельный вес транспортной ленты; S_2 – площадь транспортной ленты на лыжах экскаватора; m_4 – масса балки опорной базы и лыж.

Для нахождения верного значения общего веса конструкции стоит поделить массу покрышек на два, так как на опорной базе используются только полупокрышки.

Общий вес конструкции с применением резино-тросовой транспортной ленты и автомобильных покрышек на опорных поверхностях шагающих экскаваторов представлен в Таблице 2.

Заключение

Рассмотрев различные варианты исполнения предлагаемых схем по предотвращению налипания и намерзания горной массы к опорным поверхностям шагающих экскаваторов,

Таблица 1*. Общее число покрышек R14 и R15 при рядной и шахматной расстановке с зазором 200 и 300 мм.

Table 1*. Total number of R14 and R15 tires in row and staggered arrangement with a gap of 200 and 300 mm.

Общее число покрышек на опорной базе, шт.	ЭШ-6/45	ЭШ-10/70	ЭШ-11/75	ЭШ-20/90	ЭШ-40/85
Общее число покрышек R14 при квадратном расположении с зазором 200мм/300мм	33	52	66	122	188
	25	40	53	96	152
Общее число покрышек R14 при шахматном расположении с зазором 200мм/300мм	43	72	88	164	251
	29	47	58	107	169
Общее число покрышек R15 при квадратном расположении с зазором 200мм/300мм	33	49	63	117	180
	26	38	49	91	143
Общее число покрышек R15 при шахматном расположении с зазором 200мм/300мм	41	70	87	155	232
	28	47	60	108	167

Таблица 2. Общая масса конструкции с применением резино-тросовой транспортной ленты на опорной базе и лыжах и автомобильных покрышек на опорной базе и конвейерной ленты на лыжах экскаваторов.

Table 2. Total weight of the structure using a rubber-rope conveyor belt on a support base and skis, and automobile tires on a support base and a conveyor belt on excavator skis.

Общий вес конструкции, кг	ЭШ-6/45	ЭШ-10/70	ЭШ-11/75	ЭШ-20/90	ЭШ-40/85
При использовании транспортной ленты на лыжах и опорной базе	1512	2658,2	2835,1	4665,2	7563,6
При квадратном расположении покрышек с зазором 200мм для R14/R15	1015,7/ 1036,3	1611,5/ 1614,5	1873,3/ 1890,5	2964,8/ 2993,5	4941,1/ 4982,7
При квадратном расположении покрышек с зазором 300мм для R14/R15	940,2/ 942,2	1500,8/ 1507	1749,8/ 1741,4	2715,6/ 2722,3	4594,4/ 4596,2
При шахматном расположении покрышек с зазором 200мм для R14/R15	1099,7/ 1108,3	1779,7/ 1803,5	2058,3/ 2105	3317,6/ 3335,5	5470,3/ 5450,7
При шахматном расположении покрышек с зазором 300мм для R14/R15	973,8/ 987,2	1559,6/ 1588	1791,8/ 1840,4	3807,9/ 2875,3	4747,2/ 4812,2

отметим, что использование покрышек диаметра 14 дюймов для ЭШ-10/70 снижает по сравнению с транспортной лентой общий вес конструкции на 1046,7 кг при использовании квадратной расстановки шин с зазором 200 мм между покрышками и на 1157,4 кг при использовании с зазором 300 мм. Используя же шахматную расстановку с зазором 300 мм, общую массу конструкции получится снизить на 1098,6 кг, а при использовании с зазором 200 мм общая масса конструкции снижается уже на 878,5 кг по сравнению с

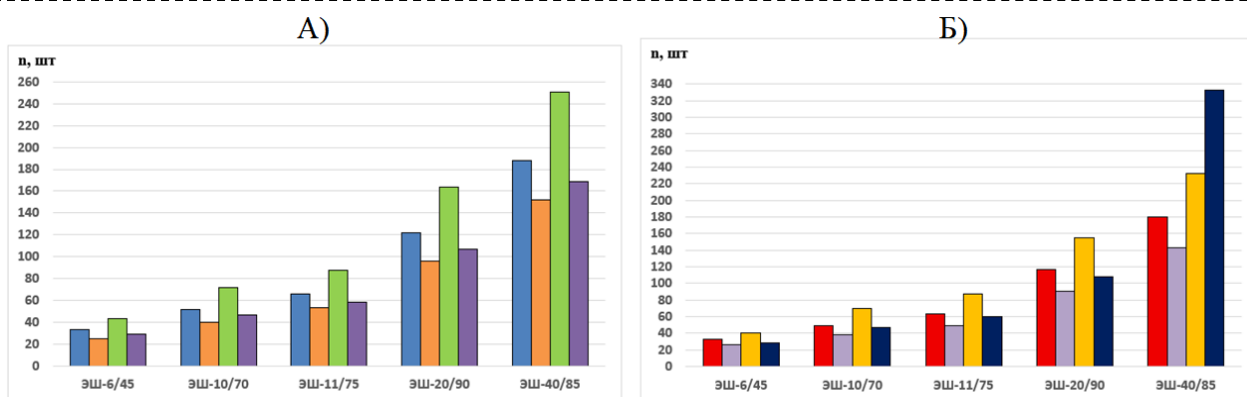


Рис. 5. Количество покрышек (А – при использовании покрышек диаметром 14 дюймов, Б – при использовании покрышек диаметром 15 дюймов); синим цветом – квадратное расположение покрышек с зазором 200 мм;

оранжевым цветом – квадратное расположение с зазором 300 мм; зеленым цветом – шахматное расположение с зазором 200 мм; фиолетовым цветом – шахматное расположение с зазором 300 мм.

Fig. 5. Number of tires (A - when using tires with a diameter of 14 inches, B - when using tires with a diameter of 15 inches); blue - square layout of tires with a gap of 200 mm; orange - square layout with a gap of 300 mm; green - staggered arrangement with a gap of 200 mm; purple - staggered arrangement with a gap of 300 mm

транспортной конвейерной лентой.

Количество покрышек также напрямую зависит от диаметра опорной базы. Так, для меньшего типоразмера экскаватора ЭШ-6/45 количество покрышек R14 с зазором 200 мм составит при квадратном расположении 33 штуки, но используя зазор 300 мм при том же расположении, можно сократить это количество до 25 штук. При шахматном расположении покрышек того же размера при зазоре 200 мм общее количество шин составляет 43 штуки, когда при 300 мм количество достигает всего 29 единиц. Схожая ситуация возникает и с шинами размером R15, при квадратном расположении с зазорами 200 и 300 мм общее число шин на опорной базе составит 33 (что равно количеству шин R14 при зазоре 200 мм) и 26 штук. При шахматном расположении в обоих случаях количество также уменьшится до 41 единицы при 200 мм зазоре и всего на 1 единицу при 300 мм зазоре между шинами. Тенденция изменения количества покрышек для всех рассматриваемых экскаваторов ярко выражена, использование покрышек размером 15 дюймов позволит сократить их количество независимо от диаметра опорной базы и схемы расположения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Gölbaşı O., Demirel N. Investigation of stress 14 in an earthmover bucket using finite element analysis. Ageneric model for draglines // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2015. № 115(7). DOI: 10.17159/2411-9717/2015/v115n7a8.
- Груздев А. В., Бойко Г. Х. Шагающие экскаваторы-драглайны производства корпорации ОМЗ // Горная промышленность. 2003. № 3. С. 16–20.
- Суслов Н. М., Суслов Д. Н. Совершенствование шагающего ходового оборудования с гидроприводом // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2015. № 8. С. 90–94.

- Подэрни Р. Ю. Шагающие драглайны на открытых разработках. М. : НИИИнформтяжмаш, 1980. 70 с.
- Zhang Z., Zhang H., Chen Y., Yan H. Research on dynamic load estimation method of crawler travel system // Journal of Mechanical Science and Technology. 2023. Vol. 37. Pp. 555–567. DOI: 10.1007/s12206-023-0102-9.
- Mittappallt S. K., Sahithi A. A., Harish K. Investigation of stress distribution on dragline bucket in opencast coal mines // Proceedings of the Second International Conference on Emerging Trends in Engineering. ICETE 2023; AER 223. Pp. 1367–1376. DOI: 10.2991/978-94-6463-252-1_136.
- Рехтман А. П., Крагель А. А. Комплексные испытания экскаватора ЭКГ-12 // Механизация строительства. 2001. № 1. С. 24–26.
- Дрыгин С. Ю. Обоснование метода вибродиагностики технического состояния одноковшовых карьерных экскаваторов : специальность 05.05.06 «Горные машины» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дрыгин Сергей Юрьевич. Кемерово, 2005. 18 с. EDN NIAYEP.
- Лагунова Ю. А., Комиссаров А. П., Шестаков В. С. Проектирование карьерных экскаваторов. М. : Инновационное машиностроение, 2017. 228 с.
- Демченко И. И., Васильев С. Б., Косолапов А. И. Способы и средства борьбы с налипанием и намерзанием породы на карьерных автосамосвалах: монография М. : ИПК Сиб. федер. ун-та, 2008. 164 с.
- Способ предотвращения налипания и намерзания горной массы на ленту конвейера и устройство для его осуществления: авт. свид. – во SU 1407874 А1 СССР, МПК В65G 45/00; заявл. 12.10.1985; опубл. 07.07.1988.
- Дунаевская М. П. Разработка и обоснование эффективных средств защиты емкостей транспортного и перегрузочного оборудования от прилипания и примерзания горной массы: диссертация

... кандидата технических наук: 05.05.06. Москва, 1984. 255 с.

13. Устройство для предотвращения налипания и намерзания горной массы к опорным поверхностям шагающего экскаватора. Патент RU № 2844099 МПК E02F 9/04; опубл. 28.07.2025 Бюл. №22.

14. Сколько весят шины, от чего зависит и на что влияет [Электронный ресурс] // Автомагазин Ship-Ship. 2012. URL: <https://ship-ship.ru/services/> (дата обращения 25.09.2025)

15. Красников Ю. Д. Современные тенденции развития горной техники // Горный журнал. 2000. № 1. С. 38–39.

© 2026 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Демченко Игорь Иванович, проф., доктор техн. наук, Сибирский федеральный университет, институт цветных металлов (660025, Россия, г. Красноярск, пр. им. газеты Красноярский рабочий, 95)

Игнатова Ольга Сергеевна, кандидат техн. наук, доцент кафедры горные машины и комплексы, Сибирский федеральный университет, институт цветных металлов (660025, Россия, г. Красноярск, пр. им. газеты Красноярский рабочий, 95)

Попов Никита Анатольевич, аспирант, Сибирский федеральный университет, институт цветных металлов (660025, Россия, г. Красноярск, пр. им. газеты Красноярский рабочий, 95)

Заявленный вклад авторов:

Демченко И.И. – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования, выводы.

Игнатова О.С. – подготовка соответствующей документации, проверка рукописи.

Попов Н.А. – обзор соответствующей литературы, проведение расчетов, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-39-46

Igor I. Demchenko, Nikita A. Popov, Olga S. Ignatova

Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals

* for correspondence: marovina@mail.ru

ON PREVENTING ADHESION TO THE SUPPORT SURFACES OF WALKING EXCAVATORS USING RUBBER PRODUCTS



Article info

Received:

13 November 2025

Accepted for publication:

15 March 2026

Accepted:

15 April 2026

Published:

04 June 2026

Keywords: walking excavator, supporting surfaces, adhesion,

Abstract.

Quarry walking excavators are one of the main types of equipment for organizing excavation and loading operations in open-pit mining. Due to the difficult climatic and mining conditions, there are challenges in operating this equipment. In addition to the well-known problem of rock mass sticking and freezing to the walking excavator's bucket, there is also a high level of adhesion to the support surfaces, such as the support base and skis. The excavator's walking process is complex and time-consuming, and it does not tolerate downtime or additional work. It also requires increased attention to equipment and devices. Studies conducted at the Institute of Non-Ferrous Metals at Siberian Federal University to determine the force of detachment have shown that the adhesion of the rock mass taken from the SUEK-Krasnoyarsk mines to the rubber-rope conveyor belt is much lower than to metal. The paper discusses the main types of excavators used at the enterprise, and for each of them, the main design elements and parameters of devices using used rubber products, such as automobile tires and rubber-rope conveyor belts, are identified and shown. The paper also presents diagrams of the arrangement of materials on the support base and skis of a walking excavator with different layouts, and calculates the main mass and

sticking of rock mass, used conveyor belt, car tires

size parameters and quantitative characteristics for each proposed layout using excavators of different types. The calculations of the main parameters showed that the use of schemes using automobile tires can reduce the weight of the structure by more than 1,000 kg when using a small-diameter tire, and up to 900 kg when using a larger-diameter tire, compared to the scheme using a rubber-rope conveyor belt. The use of the proposed devices (using a rubber-rope conveyor belt and car tires) at the SUEK-Krasnoyarsk mines, will reduce the freezing and sticking of rock mass on the support surfaces of walking excavators, which will increase their efficiency.

For citation: Demchenko I.I., Popov N.A., Ignatova O.S. On preventing adhesion to the support surfaces of walking excavators using rubber products. *Mining Equipment and Electromechanics*, 2026; 2(184):39-46 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-39-46, EDN: HYCGMY

REFERENCES

1. Gölbashi O., Demirel N. Investigation of stress 14 in an earthmover bucket using finite element analysis. Ageneric model for draglines. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2015; 115(7). DOI: 10.17159/2411-9717/2015/v115n7a8.
2. Gruzdev A.V., Boyko G.Kh. Walking dragline excavators manufactured by OMZ corporation. *Mining Industry*. 2003; 3:16–20.
3. Suslov N.M., Suslov D.N. Improvement of walking undercarriage equipment with hydraulic drive. *News of higher educational institutions. Mining journal*. 2015; 8:90–94.
4. Poderni R.Yu. Walking draglines in opencast mining. Moscow: NIIInformtyazhmash; 1980. 70 p.
5. Zhang Z., Zhang H., Chen Y., Yan H. Research on dynamic load estimation method of crawler travel system. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2023; 37:555–567. DOI: 10.1007/s12206-023-0102-9.
6. Mittappallt S.K., Sahithi A.A., Harish K. Investment of stress distribution on dragline bucket in opencast coal mines. *Proceedings of the Second International Conference on Emerging Trends in Engineering*. ICETE 2023; AER 223. Pp. 1367–1376. DOI: 10.2991/978-94-6463-252-1_136.
7. Rekhman A.P., Kragel A.A. Comprehensive tests of the EKG-12 excavator. *Mechanization of construction*. 2001; 1:24–26.
8. Drygin S.Yu. Justification of the method of vibration diagnostics of the technical condition of single-bucket quarry excavators: specialty 05.05.06 "Mining machines":

abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Drygin Sergey Yuryevich. Kemerovo, 2005. 18 p. EDN NIAAYEP.

9. Lagunova Yu.A., Komissarov A.P., Shestakov V.S. Design of Quarry Excavators. Moscow: Innovative Mechanical Engineering, 2017. 228 p.

10. Demchenko I. I., Vasiliev S. B., Kosolapov A. I. Methods and Means of Combating Rock Adhesion and Freezing on Quarry Dump Trucks: Monograph. Moscow: Institute of Advanced Manufacturing of Siberian Federal University; 2008. 164 p.

11. Method for preventing sticking and freezing of rock mass on a conveyor belt and device for implementing it: author's certificate – in SU 1407874 A1 USSR, IPC B65G 45/00; declared 12.10.1985; published 07.07.1988.

12. Dunaevskaya M.P. Development and justification of effective means of protecting the tanks of transport and handling equipment from sticking and freezing of rock mass. Moscow, 1984. 17 p.

13. Device for preventing rock mass from sticking and freezing to the supporting surfaces of a walking excavator. Patent RU No. 2844099 IPC E02F 9/04; published July 28, 2025 Bulletin No. 22

14. How much do tires weigh, what does it depend on, and what does it affect [Electronic resource] // Ship-Ship Automotive Store. 2012. URL: <https://ship-ship.ru/services/> (accessed September 25, 2025)

15. Krasnikov Yu.D. Modern Trends in the Development of Mining Equipment. *Mining Journal*. 2000; 1:38–39.

© 2026 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Igor I. Demchenko – Professor, Doctor of Engineering Sciences, Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals (95 Krasnoyarsky Rabochy Ave., Krasnoyarsk, 660025, Russia)

Olga S. Ignatova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining Machines and Complexes, Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals (95 Krasnoyarsk, Krasnoyarsky Rabochy Ave., 660025, Russia.)

Nikita A. Popov – Postgraduate Student, Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals (95 Krasnoyarsky Rabochy Ave., Krasnoyarsk, 660025, Russia)

Contribution of the authors:

Igor I. Demchenko – formulation of the research problem, scientific management, conceptualization of the study, and conclusions.

Olga S. Ignatova – preparation of relevant documentation and manuscript review.

Nikita A. Popov – review of relevant literature, calculations, and writing of the manuscript.

Authors have read and approved the final manuscript.

