

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-103-112

¹Дуганов В.Я., ¹Дуюн Т.А., ^{1,*}Чуев К.В., ¹Архипова Н.А., ¹Кравченко В.М., ²Чуева Ю.А.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Белгородский государственный национальный исследовательский университет

*E-mail: kirill.chuev@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Аннотация. В данной статье представлен один из вариантов решения проблемы утилизации изношенных крупногабаритных шин. Проблема утилизации крупногабаритных шин остро стоит при эксплуатации большегрузного автотранспорта в горнодобывающей и строительной отраслях. Отработанные шины должны быть утилизированы в соответствии с законодательством РФ. Одним из этапов утилизации является извлечение металлического корда из шины. Традиционные установки, использующие для развития усилия гидроцилиндры, имеют в этом случае ряд ограничений в применении, связанных с высокой стоимостью и необходимостью большой производственной площади. Авторами предложена конструкция установки для удаления металлического корда из боковой части шины, в которой для развития усилия используется механизм, включающий качающуюся платформу, зубчатые рейки, зубчатые колеса, подвижную каретку и другие элементы. Выполнены экспериментальные и теоретические исследования для определения основных технологических параметров установки. Предложенная установка является эффективным и экономически выгодным решением, ее использование позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду и сэкономить ресурсы.

Ключевые слова: оборудование для утилизации резино-технических изделий (РТИ), переработка шин, крупногабаритные шины (КГШ).

Введение. Предприятия горнодобывающей и строительной отрасли, эксплуатирующие большегрузный автотранспорт, испытывают острую проблему хранения и утилизации изношенных шин. Обязательная утилизация отработанных шин прописана в Федеральном Законе №89-ФЗ, ст. 12 п. 8. Проблема утилизации шин связана с отсутствием отечественного оборудования для переработки крупногабаритных шин и высокой стоимостью такого оборудования зарубежных производителей [1–4].

Анализ состояния современных предприятий по переработке шин позволяет сделать вывод о том, что они имеют ограничения своих производственных мощностей из-за отсутствия отечественного оборудования для переработки крупногабаритных шин [5–9].

Оборудование для переработки крупногабаритных шин и шин грузового автотранспорта должно учитывать особенности конструкции, зависящие от страны производителя. Шины, произведенные в России и странах СНГ, имеют заметные отличия от зарубежных аналогов.

Шины, произведенные за рубежом, имеют, как правило, радиальную конструкцию корда цельнометаллического типа, армирующую функцию выполняет тонкая стальная проволока. Основными компонентами в таких шинах являются резина и металл, что упрощает конструкцию оборудования для измельчения, так как стальная проволока легко отделяется от резинового корда при помощи магнитных сепараторов.

Большинство шин, производимых на территории России и стран СНГ, являются радиальными со смешанным типом корда. Это шины легковых автомобилей, шины грузовиков, троллейбусов, автобусов и спецтехники. В каркасе покрышки помимо тонкой стальной проволоки присутствует большое количество нейлонового тканевого корда. При измельчении покрышек смешанного типа нити тканевого корда распушаются, цепляются за дробленную металлическую проволоку и удерживают дробленую резиновую крошку, что усложняет процесс измельчения покрышек.

Помимо радиальной конструкции шин смешанного типа в РФ изготавливается большое количество шин диагональной конструкции с текстильным типом корда. В основном они применяются для специальной техники. Использование только тканевой нити в корде такой покрышки обусловлено ее меньшей массой по сравнению с покрышкой, выполненной с цельнометаллической конструкцией корда.

Отечественные производители оборудования по переработке крупногабаритных шин не готовы в настоящее время к производству технологических комплексов по переработке шин, используемых на автотранспорте горнорудных предприятий России. Имеющиеся в регионе предприятия по переработке шин не имеют достаточно мощного производственного оборудования, которое бы позволило перерабатывать шины размером до 59/80R63 (шины от карьерных самосвалов БелАЗ или Komatsu). Максимально допустимый типоразмер перерабатываемых шин

ограничен возможностями традиционно используемой линии по переработке шин Тольяттинского завода. На этой линии возможна переработка следующих типоразмеров шин – 9,00R20 (шина от ЗиЛа), 10.00 R20 (шина от КАМАЗА) и их модификации [10–11].

Основная часть. Авторами статьи ведутся инициативные работы по созданию отечественного оборудования для переработки шин карьерного автотранспорта. При разработке такого технологического комплекса основная проблема возникает на стадии извлечения бортового кольца шины, которое имеет сечение до нескольких десятков квадратных миллиметров.

Шина карьерного самосвала весит до 5 тонн, что позволяет получить при переработке порядка 4 тонн качественной резиновой крошки и 200 кг высоколегированной стали, которые могут с успехом использоваться на предприятиях в качестве сырья. При этом основную массу металла составляют бортовые кольца шин, извлечение которых из изношенных крупногабаритных шин представляет достаточно сложную техническую задачу [12].

На решение этой задачи направлена полезная модель «Установка для удаления троса из боковой части шины при утилизации» (рис. 1) [13].

Предлагаемое оборудование – установка для удаления металлического корда из боковой части шины при утилизации содержит раму 1, на которой шарнирно закреплена одним краем качающаяся платформа 2. Второй край качающейся платформы 2 связан с рамой 1 двумя подъёмными гидроцилиндрами 3. На верхней плоскости качающейся платформы 2 закреплены две зубчатые рейки 4, в зацеплении с которыми находятся два приводных зубчатых колеса 5 подвижной каретки 6. На нижней плоскости качающейся платформы 2 закреплены направляющие 7, в контакте с которыми находятся упорные ролики 8 подвижной каретки 6. Зубчатые колёса 5 приводятся во вращение за счёт привода подвижной каретки 6, состоящего из регулируемого электродвигателя 9 и кинематически связанного с ним червячного редуктора 10.

К подвижному краю качающейся рамы 2 жёстко прикреплена упорная плита 11, через отверстие которой проходит рабочий зуб 12, жёстко закреплённый на подвижной каретке 6.

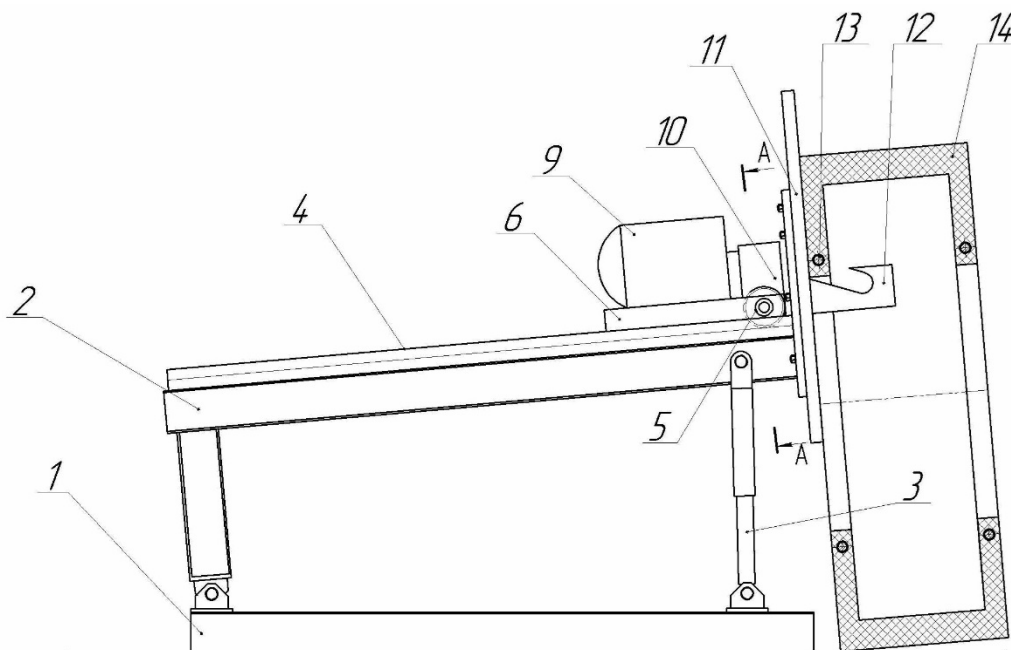


Рис. 1. Общий вид установки для удаления троса из боковой части шины

Устройство работает следующим образом. Качающаяся платформа 2 подъёмными гидроцилиндрами 3, шарнирно закреплёнными на раме 1, устанавливается на требуемую для данного типоразмера шин высоту таким образом, чтобы рабочий зуб 12 находился на уровне верхней точки кольца металлического корда. Оператор устанавливает шину, опирая её обрабатываемой стороной на упорную плиту 10, поднимает качающуюся

платформу 2 до надёжного зацепления рабочего зуба 12 за верхнюю точку внутреннего диаметра шины с кордом и включает электродвигатель 8 привода перемещения подвижной каретки 6. Кинематически связанный с электродвигателем 8 червячный редуктор 9 передаёт крутящий момент на зубчатые колёса 5, находящиеся в зацеплении с зубчатыми рейками 4. Рейки закреплены на верхней плоскости качающейся платформы 2. На нижней плоскости качающейся

платформы 2 закреплены направляющие 7. При перемещении подвижной каретки 6 по направляющим 7 качающейся платформы 2 упорными роликами 10 обеспечивается надёжное зацепление зубчатых реек 4 и приводных зубчатых колёс. За счёт передачи зубчатые колёса 5-зубчатые рейки 4 подвижная каретка 6, жёстко связанная с ней рабочим зубом 12 прижимает шину к упорной

плите 11. По мере перемещения подвижной каретки 6 с рабочим зубом 12 происходит постепенное извлечение из шины кольца металлического корда. После полного удаления кольца каретка возвращается в исходное положение.

При разработке технического проекта установки первоочередной задачей явилось определение её кинематических и энергосиловых характеристик [14, 15].

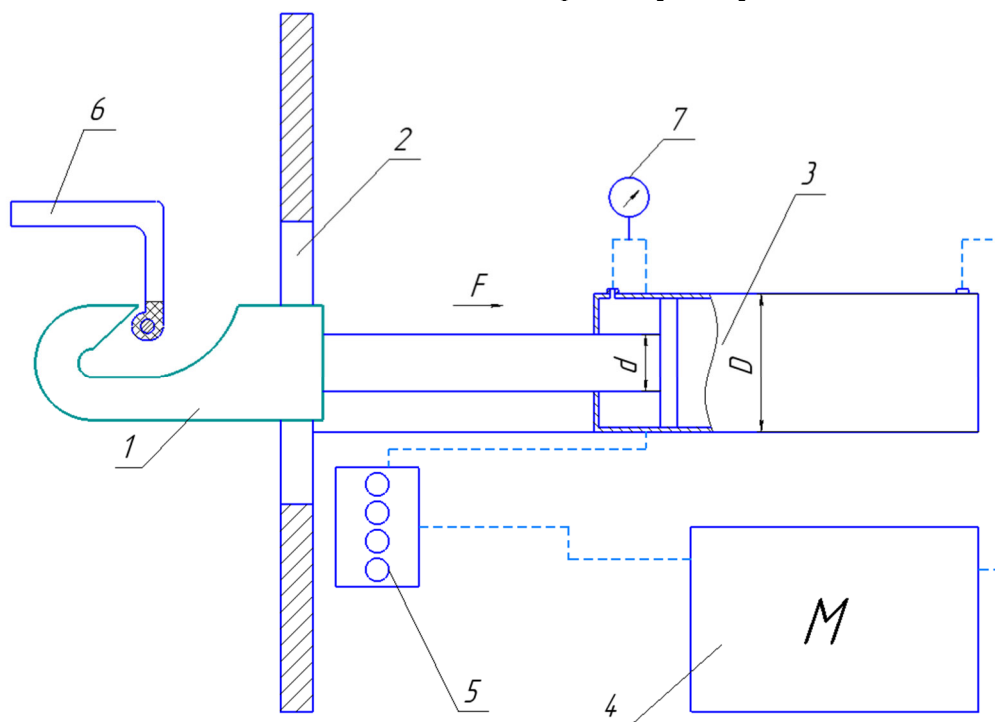


Рис. 2. Принципиальная схема гидродергивателя бортового кольца

Методика проведения эксперимента. Для определения необходимого усилия при извлечении бортового кольца из борта крупногабаритной шины проведен промышленный эксперимент с использованием специального оборудования, принципиальная схема которого изображена на рис. 2. Принцип работы устройства состоит в следующем: масляная станция 4 при помощи пульта управления 5 подает масло в гидроцилиндр 3, возникает избыточное давление на штоке поршня, крюк 1 приходит в движение и извлекает бортовое кольцо из борта шины 6, установленной вплотную к мишени 2. В качестве устройства для измерения давления в рабочей полости гидроцилиндра 7 использовался манометр ДМ02-100-1-М Кл 1.5, устанавливается на входе масла в гидроцилиндр. Диапазон показаний 0–250 кгс/см² (0–25 МПа), погрешность измерения $1,5 \pm 1,5$ кгс/см². Гидроцилиндр имеет внутренний диаметр $D=190$ мм и диаметр штока $d = 140$ мм.

Эксперимент проводился с использованием крупногабаритной шины с цельнометаллическим радиальным кордом 265/70 R 19.5. Характеристики шины: ширина профиля шины составляет

265 мм, внешний диаметр равен 870 мм, площадь бортового кольца S_k равна 175 мм², а площадь борта S_b равна 1200 мм² (рис. 3).

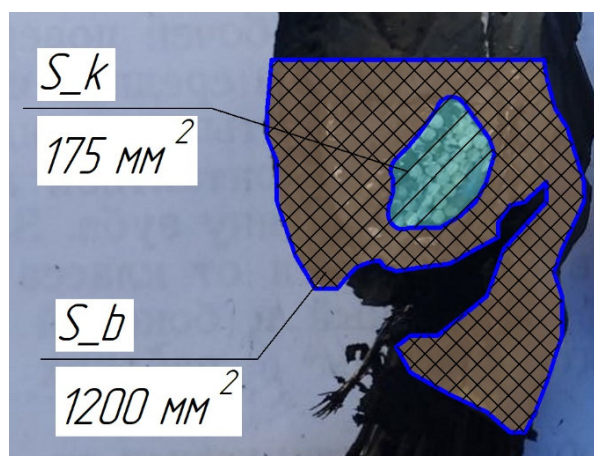


Рис. 3. Основание борта шины 265/70 R 19.5

На рис. 4 представлены характерные временные этапы извлечения бортового кольца при проведении эксперимента с фиксацией показаний измерительного устройства в разные моменты времени.

Рабочим давлением на холостом ходу гидроцилиндра ($t = 0$ с) является значение 80 кгс/см^2 (рис. 4, а). В начале работы установки возникает скачок рабочего давления (130 и 120 кгс/см^2) из-за нагнетания масла в рабочую область гидроцилиндра при извлечении бортового кольца из резинового слоя борта (рис. 4, б). При достижении необходимого для извлечения усилия рабочее давление выравнивается (100 и 110 кгс/см^2) (рис. 4, в), так как площадь среза

практически не изменяется во время всего процесса удаления кольца. Равнодействующая сила, необходимая для осуществления процесса извлечения, приложена в точке, расположенной на оси гидроцилиндра. Далее рабочее давление постепенно возрастает к завершению процесса удаления (120 и 130 кгс/см^2) (рис. 4, г), на окончательной стадии после полного удаления бортового кольца давление резко падает до значений холостого хода (80 кгс/см^2) (рис. 4, д).

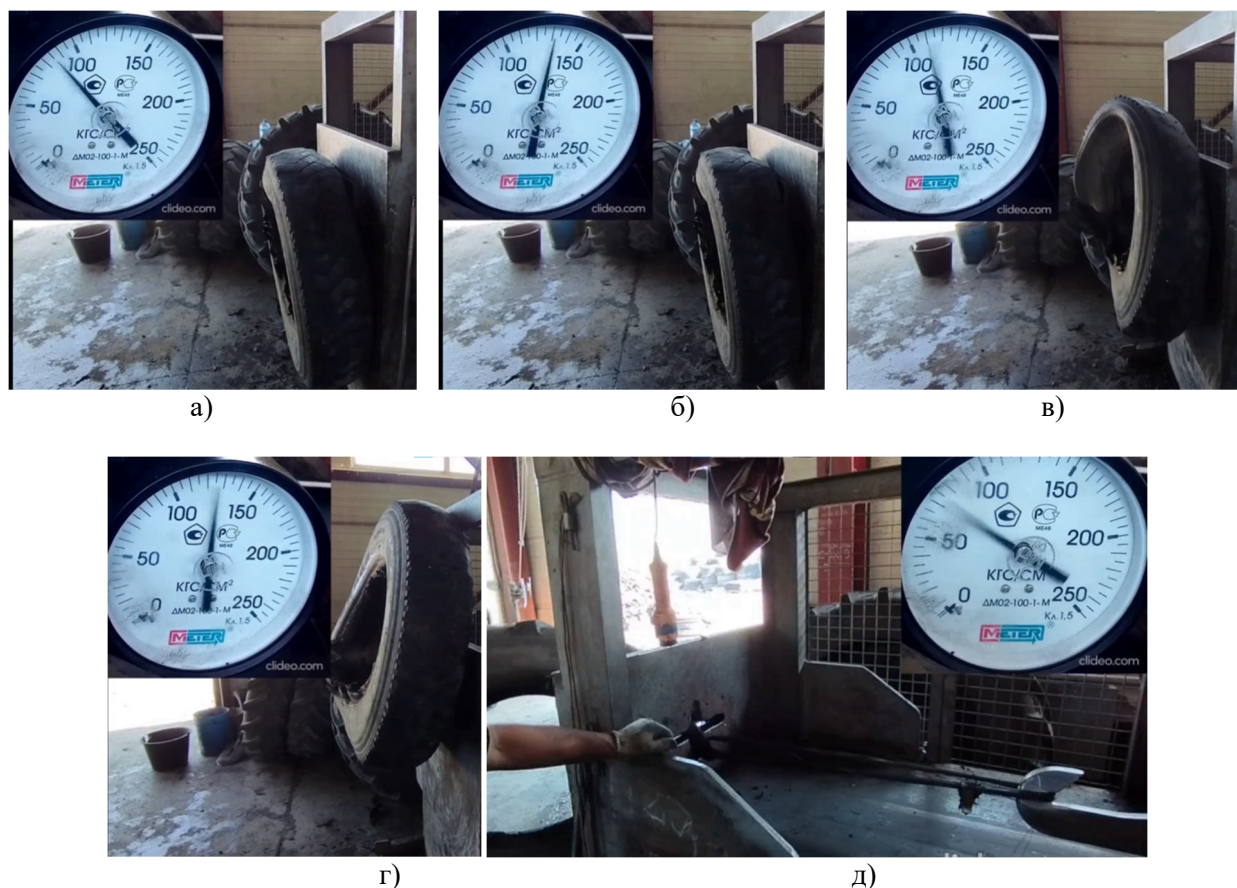


Рис. 4. Проведение эксперимента по извлечению бортового кольца из шины 265/70 R 19.5 в разные моменты времени: а – начальный момент времени ($t = 0$ с); б – скачок рабочего давления при начале работы установки ($t = 1$ с); в – плато значений рабочего давления ($t = 3-12$ с); г – возрастание давление при завершении рабочего процесса ($t = 12-14$ с); д – холостой ход ($t = 15$ с)

Полученные данные представлены в виде диаграммы (рис. 5), на которой изображена зависимость рабочего давления в гидроцилиндре от времени. Анализируя диаграмму можно сделать о том, что пиковые значения рабочего давления в гидроцилиндре возникают в начале процесса извлечения бортового кольца из шины и при его завершении. Разберем оба варианта возникновения пиковых значений подробнее.

Пик рабочего давления на начальном этапе (130 и 120 кгс/см^2) обусловлен необходимостью разрезания кромками бортового кольца шины резинового борта в первоначальный период времени с последующим разрывом сечения борта по

кольцевому участку, ограниченному внутренним и внешним диаметрами стального бортового кольца – металлического корда.

Пиковое значение при завершении работы установки обусловлено тем, что в процессе извлечения бортового кольца шина изменяет свое исходное положение, теряет опорный контакт, что увеличивает нагрузку на крюк установки. Помимо этого, на завершающем этапе работы увеличивается площадь среза резинового борта из-за уменьшения расстояния между двумя точками извлекаемого корда.

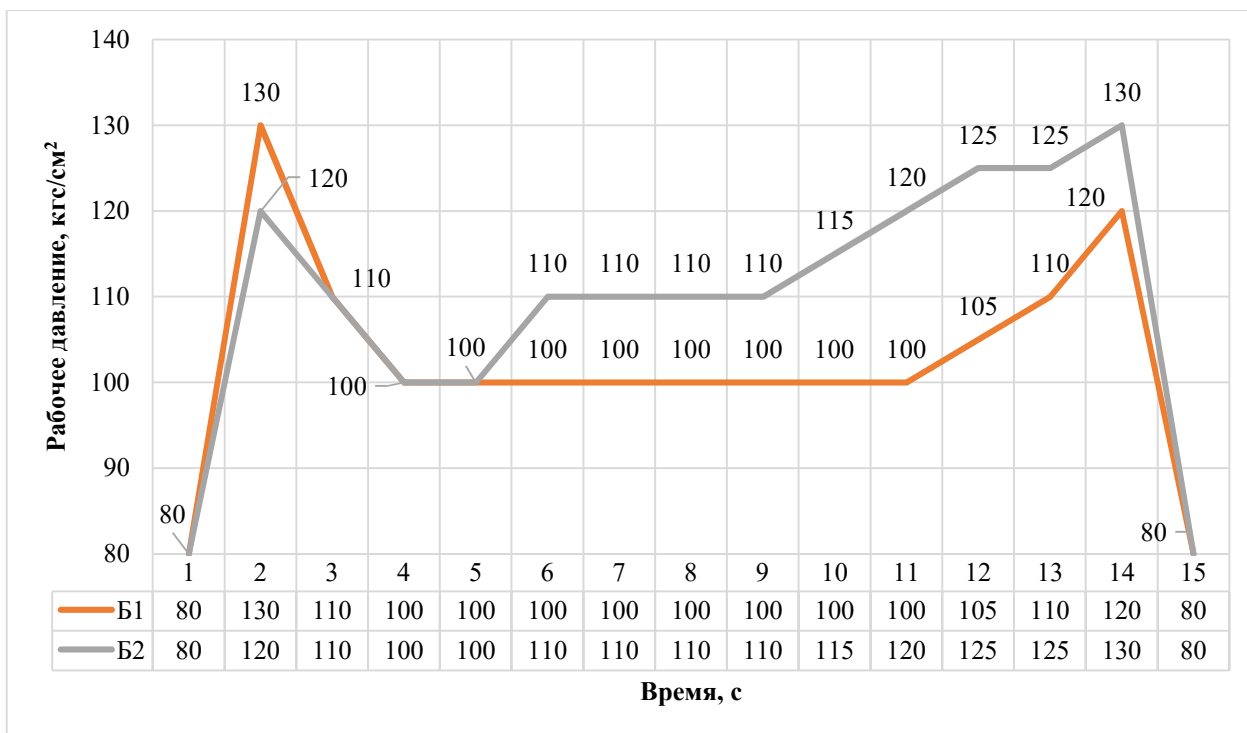


Рис. 5. Диаграмма процесса вырывания бортового кольца из грузовой шины

Для определения усилия, развиваемого гидравлическим цилиндром при обратном ходе, используют следующее выражение:

$$F = P \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \tag{1}$$

где P – рабочее давление гидросистемы; D – внутренний диаметр поршня; d – диаметр штока.

Максимальное рабочее давление 130 кгс/см² (12,75 МПа) в гидроцилиндре возникает в моменты начала работы установки (Б1) и перед её завершением (Б2). Согласно выражению 1 усилие, необходимое для полноценного извлечения бортового кольца из шины 265/70 R 19.5, будет следующим:

$$F = 12.75 \cdot 10^6 \frac{\pi(190^2 - 140^2) \cdot 10^{-6}}{4} = 165110 \text{ Н} = 165.1 \text{ кН}. \tag{2}$$

По аналогичной методике были выполнены эксперименты для других типоразмеров шин, характеристики шин и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики шин при проведении эксперимента по выдергиванию бортового кольца

№	Шина	s, мм	d, мм	P _{max} , кгс/см ²	P _{max} , МПа	F, кН
1	265/70 R19.5	265	871	130	12,75	165,1
2	315/70 R22.5	315	1024	150	14,71	190,6
3	11.00 R20	285	1080	160	15,69	203,4
4	14.00-20 Я-307	360	1220	190	18,63	241,5

Для подбора электродвигателя установки, описанной выше, необходимо определить требуемое технологическое усилие для извлечения кольца из борта изношенной крупногабаритной шины.

На рис. 7 изображено основание борта такой шины с размерами: площадь 4-х бортовых колец

S_k равна 10700 мм², а площадь борта S_b равна 33150 мм².

Интерполируя усилие, необходимое для извлечения бортового кольца из крупногабаритной шины диаметром 2000 мм (например: 21.00-35 БЕЛ-51 Е-4), получим 406,8 кН.

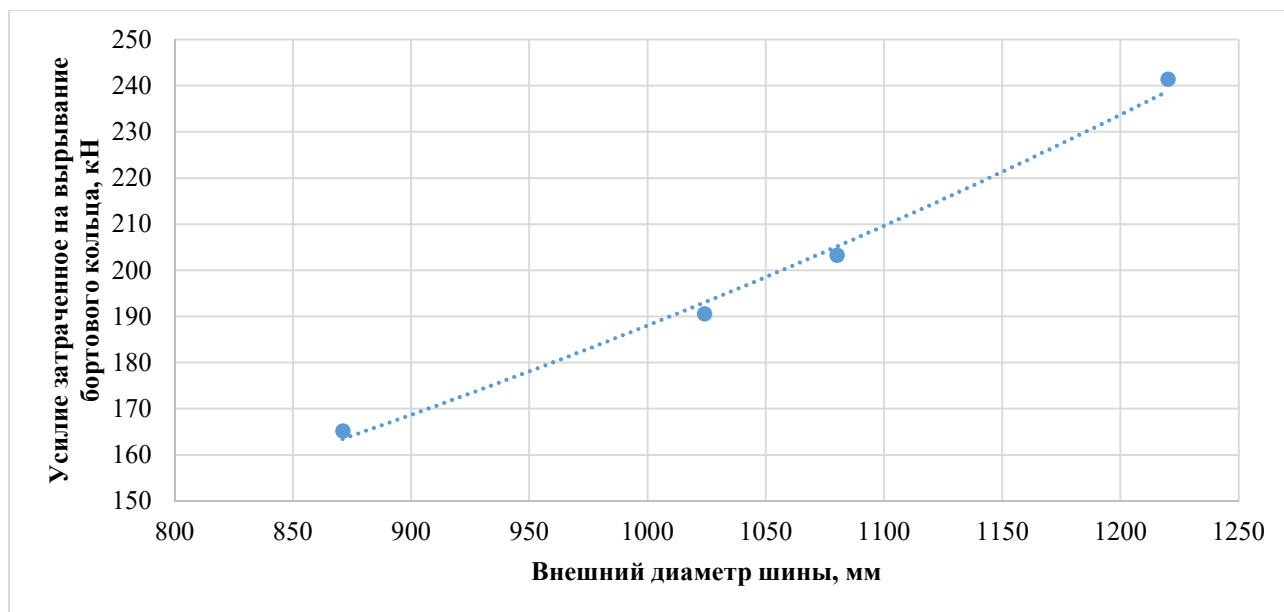


Рис. 6. Зависимость силы, необходимой для извлечения бортового кольца, от внешнего диаметра шины

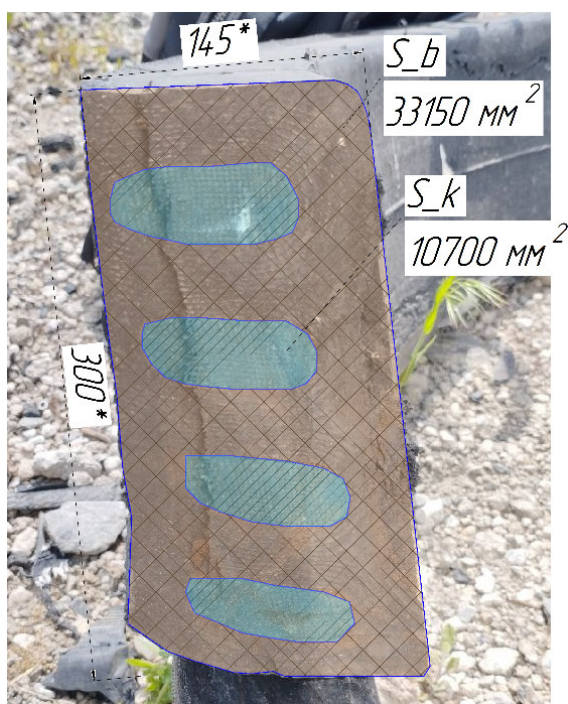


Рис. 7. Основание борта КГШ

Автомобильные шины с некоторым приближением могут быть отнесены к трёхслойным оболочкам, которые применяют в тех случаях, когда требуется повышенная жёсткость и минимизация массы. Высокая удельная изгибная жесткость в трёхслойных конструкциях достигается путём размещения на некотором расстоянии двух несущих слоёв, которыми в нашем случае являются слои резины. В качестве жесткого заполнителя каркаса в шинах используется металлический корд, что значительно усложняет задачу расчёта борта шины на изгиб. Совместное деформирование несущих слоёв при утилизации шины обеспечивается надёжным сцеплением резиновых

слоёв и корда при изготовлении шин. Особенности расчёта трёхслойного борта шины в основном связаны с учётом деформаций поперечного сдвига слоёв резины и изгибы металлического корда.

Для выполнения расчёта разрушения трёхслойного борта шины необходимо рассмотреть кинематическую модель деформирования трёхслойных оболочек вращения (рис. 8). Для построения модели воспользуемся кинематическим подходом, в основе которого лежат гипотезы о распределении перемещений по толщинам слоёв оболочки.

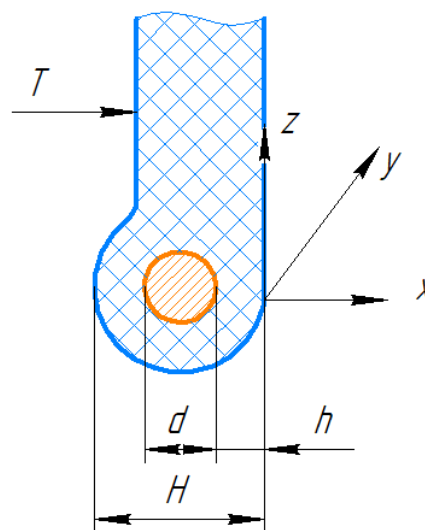


Рис. 8. Кинематическая модель деформирования трёхслойной оболочки вращения:

T – усилие необходимое для вырывания металлического кольца; d – диаметр бортового металлического кольца; h – длина резиновой прослойки с одной стороны борта; H – ширина борта шины

Это позволит достаточно простым способом приближённо свести трехмерную задачу теории упругости к двумерной. Для оболочек величина измерения по координате Z гораздо меньше двух других измерений [16].

Основываясь на этом предложении перемещение вдоль координатных осей, можно искать в виде степенных рядов относительно аргумента Z_i (3–5):

$$V_1(x, y, z) = \sum_k^m a_k(x, y)z^k; \quad (3)$$

$$V_2(x, y, z) = \sum_k^m b_k(x, y)z^k; \quad (4)$$

$$V_3(x, y, z) = \sum_k^n c_k(x, y)z^k; \quad (5)$$

где V_1, V_2, V_3 – перемещение вдоль координатных осей; $m+1, n+1$ – числа удерживаемых разложений; a_k, b_k, c_k – коэффициенты разложения, представляющие функции аргументов x, y, z .

Для расчёта критических нагрузок сформулируем следующее допущение. Усилие будем рассматривать в виде суммарных величин T_x и T_y . В этом случае усилие будут распределяться по слоям пропорционально жесткости несущих слоёв.

Для описания деформирования многослойной оболочки – борта шины, использованы гипотезы Кирхгофа-Лява [16].

Поскольку суммарные усилия, требуемые для разрушения резинового слоя, значительно превышают технологическую силу, затрачиваемую на изгиб стального бортового кольца в процессе его извлечения, то последним можно пренебречь.

Выводы. Выполненные экспериментальные и теоретические исследования позволили определить необходимое усилие для извлечения бортового кольца из крупногабаритных шин, которое составляет около 400–500 кН. Традиционные установки, использующие для развития усилия гидроцилиндры, имеют в этом случае ряд ограничений, связанных с большими габаритами гидроцилиндра и меньшим запасом его хода. Предложенная авторами конструкция установки позволяет значительно уменьшить занимаемые технологические площади и снизить себестоимость изготовления оборудования для извлечения бортовых колец.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перлина Ж.В., Марьев В.А., Шувалов Ю.А. Переработка использованных шин: международный опыт // Твёрдые бытовые отходы. 2012. № 12(78). С. 58–63.
2. Goryunov S, Khoreshok A., Grigoryeva N., Preis E., Alitkina O. The research of operational temperatures of dump trucks tires // E3S Web of Conferences. The conference proceedings Sustainable Development of Eurasian Mining Regions: electronic edition. 2019.
3. Сиваков В.В., Гульцев Е.С. Эколого-экономические проблемы утилизации отработанных автомобильных шин // Экономика и эффективность организации производства. 2015. № 22. С. 90–93.
4. Zhetesova G.S., Dandybaev E.S., Zhunuspekov D.S., Zhekibaeva K.K. Improvement of the organization of maintenance and repair of dumpcars // Material and Mechanical Engineering Technology. 2020. № 1. Pp. 33–38
5. Лозовая С.Ю., Кравченко В.М., Лозовой Н.М., Топчий Я.П. Анализ основных технологических схем и линий по переработке и утилизации резинотехнических изделий // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. Межвузовский сборник статей. 2021. С. 104–109.
6. Федосеев И.В., Баркан М.Ш., Прохоцкий Ю.М., Ласкина Н.Е., Логинова А.Ю. Технология утилизации отработанных резинотехнических изделий // Экологические системы и приборы. 2013. № 8. С. 32–39.
7. Пат. 107491, Российская Федерация, МПК В02С 18/00, В26D 1/00. Установка для резки крупногабаритной и сверхкрупногабаритной шины / Е.Д. Филиппов : № 2011114050/13 : заявл. 11.04.2011 : опубл. 20.08.2011
8. Пат. 213116, Российская Федерация, МПК В26D 1/01. Ножницы гидравлические для резки шин/ М. В. Швецов, В. Ф. Ситников, А. В. Егошин; заявитель ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина.: № 2022111677 : заявл. 28.04.2022 : опубл. 25.08.2022
9. Кострова З.А., Михеев А.В., Бушуева М.Е., Беляков В.В., Митяков С.Н. Утилизация пневматических и безвоздушных шин // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2016. № 3(114). С. 120–130.
10. Grinchuk P.S., Fisenko, S.P. Heat Exchange with Air and Temperature Profile of a Moving Oversize Tire // J Eng Phys Thermophy 2016. №89. Pp. 1369–1373.
11. Лозовая С.Ю., Кравченко В.М., Лозовой Н.М., Топчий Я.П. Возможные направления использования продуктов переработки механическим способом резинотехнических изделий // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. Межвузовский сборник статей. 2021. С. 110–113.
12. Bochkaryov Y., Ishkov A. The operational reliability of quarry dump trucks belaz-7540 in the

placer deposits // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Pp. 325–332.

13. Пат. 201698, Российская Федерация, МПК В29В 17/02. Установка для удаления троса из боковой части шины при утилизации / В.Я. Дуганов, Н.А. Архипова, К.В. Чуев, Ю.А. Чуева; заявитель ФГБОУ ВО «БГТУ им. Шухова» № 2020133204 : заявл. 08.10.2020 : опубл. 28.12.2020

14. Лучин И.В., Кравченко И.М., Конкин М.Ю. Методика расчёта процесса разрушения изношенных автомобильных шин и резино-технических изделий при утилизации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №8.4. С. 11–15.

15. Чуев К.В., Дуюн Т.А., Чуева Ю.А. Имитационное моделирование динамических характеристик промышленного робота с использованием программного комплекса MSC Adams // Всероссийская научно-методическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Н.П. Малевского: Сборник докладов, Москва, 14 февраля 2020 года. Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2020. С. 19–23.

16. Алфутов Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. М.: Машиностроение, 1978. 312 с.

Информация об авторах

Дуганов Владимир Яковлевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технология машиностроения. E-mail: dvuybgtu@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Дуюн Татьяна Александровна, доктор технических наук, заведующий кафедрой технология машиностроения. E-mail: tanduun@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чуев Кирилл Витальевич, аспирант кафедры технология машиностроения. E-mail: kirill.chuev@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Архипова Надежда Алексеевна, доцент кафедры технология машиностроения. E-mail: naarhipova53@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Кравченко Владимир Михайлович, аспирант кафедры механического оборудования. E-mail: livenec.vova@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чуева Юлия Александровна, аспирант кафедры философии и теологии. E-mail: yulya.varavina.97@mail.ru. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85.

Поступила 02.03.2022 г.

© Дуганов В.Я., Дуюн Т.А., Чуев К.В., Архипова Н.А., Кравченко В.М., Чуева Ю.А., 2023

¹Duganov V.Ya., ¹Duyun T.A., ^{1,*}Chuev K.V., ¹Arhipova N.A., ¹Kravchenko V.M., ²Chueva Yu.A.
¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova
²Belgorod State National Research University
*E-mail: kirill.chuev@gmail.com

PROBLEMS OF RECYCLING LARGE-SIZED CAR TIRES

Abstract. The present article describes the problem of disposing of worn-out tires, which arises during the operation of heavy-duty dump trucks in the mining and construction industries. Worn-out tires cannot be buried in landfills and must be disposed of in accordance with Russian legislation. However, at present, equipment for processing large-sized tires has a high cost and occupies a large area. These problems can be solved by the "Installation for Removing the Cable from the Side Part of the Tire during Utilization", which has the same technical and operational characteristics and smaller dimensions compared to analogues. This installation is an effective and economically advantageous solution to the problem of disposing of worn-out tires in the mining and construction industries. Its use will reduce the negative impact on the environment and save resources. To determine the main technological parameters of the installation, an industrial experiment was

conducted on the "Hydraulic Puller of Rim Rings" equipment and smaller-sized tires, and a direct-proportional dependence was identified between the tire size and the force required to remove the rim ring.

Keywords: recycling of rubber products, tire recycling, large-size tires.

REFERENCES

1. Perlina Z.V., Marev V.A., Shuvalov Y.A. Recycling of used tires: international experience [Pererabotka ispol'zovannyh shin: mezhdunarodnyj opyt]. Tverdye bytovye othody. 2012. No. 12(78). Pp. 58–63 (rus)
2. Goryunov S, Khoreshok A., Grigoryeva N., Preis E., Alitkina O. The research of operational temperatures of dump trucks tires. E3S Web of Conferences. The conference proceedings Sustainable Development of Eurasian Mining Regions: electronic edition. 2019.
3. Sivakov V.V., Gultsev E.S. Environmental and economic problems of disposal of waste tires [Ekologo-ekonomicheskie problemy utilizacii otrabotannyh avtomobil'nyh shin]. Ekonomika i effektivnost' organizacii proizvodstva. 2015. No. 22. Pp. 90–93. (rus)
4. Zhetesova G.S., Dandybaev E.S., Zhunuspekov D.S, Zhekibaeva K.K. Improvement of the organization of maintenance and repair of dump-cars No. Material and Mechanical Engineering Technology. 2020. № 1. Pp. 33–38
5. Lozovaya S.Y., Kravchenko V.M., Lozvoj N.M., Topchij A.P. Analysis of the main technological schemes and lines for processing and recycling of rubber products [Analiz osnovnyh tekhnologicheskikh skhem i linij po pererabotke i utilizacii rezinotekhnicheskikh izdelij]. Energoberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы i oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nyh materialov. Mezhvuzovskij sbornik statej. Belgorod, 2021. Pp. 104–109. (rus)
6. Fedoseev I.V., Barkan M.S., Prohockij Y.M., Laskina N.E., Loginova A.Y. Technology of recycling of used rubber products [Tekhnologiya utilizacii otrabotannyh rezinotekhnicheskikh izdelij]. Ekologicheskie sistemy i pribory. 2013. No. 8. Pp. 32–39. (rus)
7. Filippov E.D. Installation for cutting large and extra-large tires. Patent RF, no 2011114050/13, 2011
8. Shvecov M.V., Sitnikov V.F., Egoshin A.V. Hydraulic shears for tire cutting. Patent RF, no 2022111677, 2022.
9. Kostrova Z.A., Miheev A.V., Bushueva M.E., Belyakov V.V., Mityakov S.N. Utilization of pneumatic and airless tires [Utilizaciya pnevmaticheskikh i bezvozdushnyh shin]. Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva. 2016. No. 3(114). Pp. 120–130. (rus)
10. Grinchuk P.S., Fisenko, S.P. Heat Exchange with Air and Temperature Profile of a Moving Oversize Tire . J Eng Phys Thermophy. 2016. No. 89. Pp. 1369–1373.
11. Lozovaya S.Y., Kravchenko V.M., Lozvoj N.M., Topchij Y.P. Possible directions for the use of processed products by mechanical means of rubber products [Vozmozhnye napravleniya ispol'zovaniya produktov pererabotki mekhanicheskim sposobom rezinotekhnicheskikh izdelij]. Energoberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы i oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nyh materialov. Mezhvuzovskij sbornik statej. Belgorod, 2021. Pp. 110–113. (rus)
12. Bochkaryov Y., Ishkov A. The operational reliability of quarry dump trucks belaz-7540 in the placer deposits . 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Pp. 325–332.
13. Duganov V.Y., Arhipova N.A., Chuev K.V., Chueva Y.A. Installation for removing the cable from the side of the tire during disposal. Patent RF, no 2020133204, 2020 (rus)
14. Luchin I.V., Kravchenko I.M., Konkin M.Y. Methodology for calculating the process of destruction of worn-out car tires and rubber products during recycling. [Metodika raschyota processa razrusheniya iznoshennyh avtomobil'nyh shin i rezino-tekhnicheskikh izdelij pri utilizacii]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2014. No. 8. 4. Pp. 11–15. (rus)
15. Chuev K.V., Duyun T.A., Chueva Y.A. Simulation of dynamic characteristics of an industrial robot using the MSC Adams software package. [Imitacionnoe modelirovanie dinamicheskikh harakteristik promyshlennogo robota s ispol'zovaniem programmnoho kompleksa MSC Adams]. Vserossijskaya nauchno-metodicheskaya konferenciya, posvyashchennaya 100-letiyu so dnya rozhdeniya N.P. Malevskogo: Sbornik dokladov, Moskva, 14 fevralya 2020y. Moskva: Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana (nacional'nyj issledovatel'skij universitet), 2020. Pp. 19–23. (rus)
16. Alfutov N.A. Fundamentals of stability calculations for elastic systems [Osnovy rascheta na ustojchivost' uprugih sistem]. M.: Mashinostroenie. 1978. 312 p. (rus)

Information about the authors

Duganov, Vladimir Y. PhD, Assistant professor. E-mail: dvybgtu@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Duyun, Tatyana A. DSc, Professor. E-mail: tanduun@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chuev, Kirill V. Postgraduate student. E-mail: kirill.chuev@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Arhipova, Nadezhda A. Assistant professor. E-mail: naarhipova53@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kravchenko, Vladimir M. Postgraduate student. E-mail: livenec.vova@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chueva, Yuliya A. Postgraduate student. E-mail: yulya.varavina.97@mail.ru. Belgorod State National Research University. Russia, 308015, Belgorod, St. Pobedy, 85.

Received 02.03.2022

Для цитирования:

Дуганов В.Я., Дуюн Т.А., Чуев К.В., Архипова Н.А., Кравченко В.М., Чуева Ю.А. Проблемы утилизации крупногабаритных автомобильных шин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. №11. С. 103–112. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-103-112

For citation:

Duganov V.Ya., Duyun T.A., Chuev K.V., Arhipova N.A., Kravchenko V.M., Chueva Yu.A. Problems of recycling large-sized car tires. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 11. Pp. 103–112. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-103-112