

**УДК 629.4.02**

*Медведев Максим Евгеньевич, студент,  
Сиротинин Денис Витальевич, студент,  
Красноярский институт железнодорожного транспорта,  
г. Красноярск,  
Maxim E. Medvedev, Student,  
Denis V. Sirotinin, Student,  
Krasnoyarsk Institute of Railway Transport,  
Krasnoyarsk, Russia*

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ**

***Аннотация.** Качественное техническое обслуживание является основой, как для безопасности движения поездов, так и для общей эффективности использования подвижного состава. Одним из ключевых путей снижения эксплуатационных расходов является реализация комплекса мер, направленных на повышение надежности подвижных единиц. Это, в свою очередь, позволяет увеличить межремонтные пробеги и интервалы между плановым техническим обслуживанием, что ведет к значительной экономии ресурсов.*

***Ключевые слова:** Буксовый узел, подшипник буксового узла, подвижной состав, безопасность движения поездов, эффективность.*

*Maxim E. Medvedev, Student,  
Denis V. Sirotinin, Student,  
Krasnoyarsk Institute of Railway Transport,  
Krasnoyarsk, Russia*

## **ANALYSIS OF THE DESIGN OF AXLE UNITS OF FREIGHT CARS AND WAYS TO INCREASE THEIR RELIABILITY**

***Abstract.** High-quality maintenance is the cornerstone of both train traffic safety and the overall efficiency of rolling stock utilization. One of the key ways to reduce operational costs is the implementation of a set of measures aimed at improving the reliability of mobile units. This, in turn, allows for an increase in mileage between repairs and intervals between scheduled maintenance, leading to significant resource savings.*

***Keywords:** Axle box assembly, Axle box bearing, Rolling stock, Railway safety, Performance.*

Конструкция грузового вагона является ключевым фактором, определяющим скорость погрузочно-разгрузочных работ, а также общую эффективность и качество транспортного процесса. Именно этим обусловлен комплекс строгих требований, предъявляемых к вагонам, которые условно можно разделить на эксплуатационные и экономические.

**Безопасность и сохранность:** обеспечение бесперебойного движения и целостности перевозимых грузов.

**Экономическая эффективность:** невысокая стоимость постройки и низкая масса тары при сохранении высокой прочности конструкции.

**Оптимальная производительность:** максимальное использование грузоподъемности и вместимости вагона.

**Высокая операционная скорость:** возможность комплексной механизации процессов погрузки-выгрузки для минимизации простоя.

Повышение грузоподъемности подвижного состава является ключевым фактором роста экономической эффективности перевозок. Это обусловлено рядом значительных преимуществ:

- снижение эксплуатационных расходов. Увеличивается статическая нагрузка, что напрямую ведет к экономии топлива и сокращению расходов на ремонт;

- оптимизация капитальных вложений. Себестоимость большегрузного вагона в расчете на 1 тонну грузоподъемности ниже, чем у менее вместительных моделей, что обеспечивает существенную экономию при закупке и обновлении парка.

Повышение эффективности инфраструктуры. Сокращение удельной длины вагона (на 1 тонну массы брутто) позволяет формировать более компактные поезда. Это, в свою очередь, снижает требуемую длину станционных путей, минимизирует инвестиции в путевое развитие и содержание, а также сокращает время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ. [1]

Таким образом, использование большегрузного подвижного состава создает комплексный эффект, повышая рентабельность перевозок и разгружая логистическую инфраструктуру.

Снижение массы тары вагона является ключевым направлением для повышения его эффективности. Этого можно достичь за счёт совершенствования ходовых частей и автосцепного устройства, применения более лёгких и прогрессивных материалов, а также оптимизации конструктивных форм. Подобные меры позволяют повысить грузоподъёмность без увеличения осевой нагрузки, сократить эксплуатационные расходы на передвижение и снизить расход материалов на изготовление вагонов [2].

Ключевым элементом в решении данных задач является буксовый узел, поскольку именно через него обеспечивается передача статических и динамических нагрузок на колёсные пары. Конструкция буксового узла определяет допустимые границы перемещения колёсных пар относительно рамы тележки, что обеспечивает безопасность движения, высокую надёжность и стабильность вращения, особенно при прохождении кривых участков пути.

Однако именно на буксовый узел приходится значительная доля отказов, что в свою очередь создает необходимость в поиске инновационных технических решений при его конструировании для повышения надежности. Одним из таких решений стал начавшийся в 2007 году переход на кассетные буксовые узлы, который был направлен на снижение количества отказов и улучшение эксплуатационных показателей.

Анализ начального периода эксплуатации кассетных буксовых узлов выявил существенное количество отказов, фиксируемых системами диагностики КТСМ. Уровень отказов в три раза превышал аналогичные показатели для роликовых букс. Это происходило из-за разницы рабочих температур роликовых и кассетных буксовых узлов. В качестве эффективной меры было принято техническое решение – изменение температурного порога срабатывания для кассетных узлов, что позволило резко сократить количество регистрируемых диагностикой случаев перегрева.

В статье представлен обзор различных конструкций буксовых узлов, применяемых в зависимости от типа подвижного состава: грузовые и пассажирские вагоны, а также скоростные и высокоскоростные поезда.

На сегодняшний день на грузовых вагонах широко используются бескорпусные кассетные буксы с адаптерами и коническими роликоподшипниками, в то время как на пассажирском подвижном составе используются корпусные буксовые узлы.

Конструктивное исполнение букс также различается по ключевым параметрам:

- технология посадки внутренних колец: горячая или втулочная;
- тип торцевого крепления: с помощью шайбы или гайки.

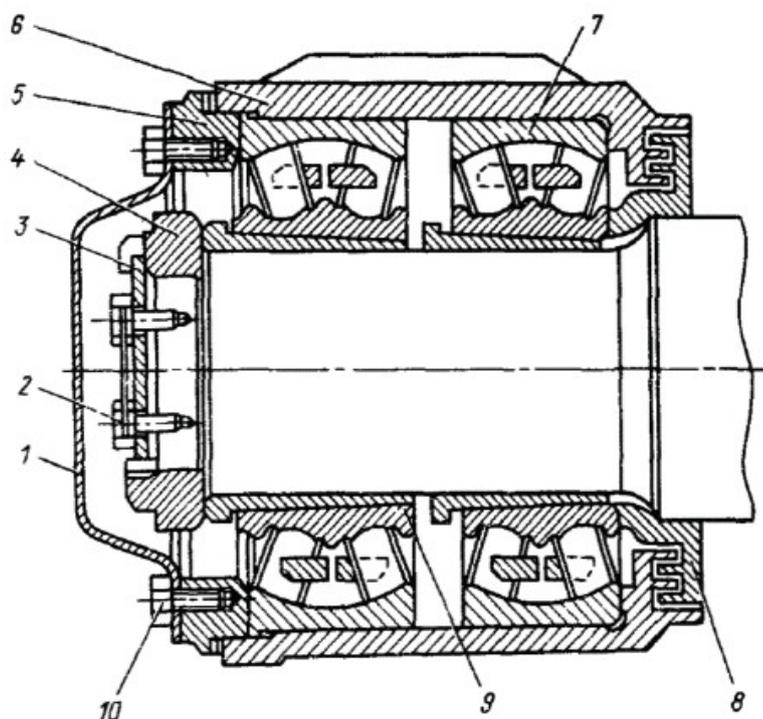
Сравнительный анализ подшипников скольжения и качения, используемых в буксовых узлах, однозначно доказал низкую

эксплуатационную эффективность подшипников скольжения. К их основным недостаткам, обусловившим вывод из эксплуатации, относятся:

- необходимость постоянного контроля уровня смазки;
- частые технологические остановки для обслуживания;
- применение дорогостоящих материалов в конструкции;
- низкий ресурс и малая долговечность.

С учетом вышеперечисленных недостатков, в современных конструкциях повсеместно применяются подшипники качения (роликовые).

Конструктивной особенностью двухрядных сферических подшипников (рис. 1) является их способность к самоустановке. Это достигается за счет того, что каждый из двух рядов роликов, размещенных в отдельных сепараторах, работает независимо и имеет общую сферическую дорожку качения на наружном кольце.



- 1 – смотровая крышка; 2 – болт М12 стопорной планки; 3 – стопорная планка;  
4 – гайка М110х4 крепления подшипников; 5 – крепительная крышка; 6 – корпус буксы;  
7 – наружное кольцо сферического подшипника; 8 – лабиринтное кольцо;  
9 – внутреннее кольцо сферического подшипника; 10 – болт М12 смотровой крышки.

Рисунок 1 – Буксовый узел грузового вагона с двумя сферическими подшипниками на втулочной посадке.

Что касается внутреннего кольца, на нем расположены две отдельные дорожки качения. Они разделены средним направляющим бортом, который может быть выполнен как за одно целое с кольцом, так и в виде отдельного элемента – так называемого "плавающего" борта.

Правильное распределение нагрузки в подшипнике обеспечивается за счет двух рядов сферических роликов, которые свободно располагаются на общей сферической дорожке качения наружного кольца.

Конструкция этих роликов является ключевой особенностью, давшей название всему подшипнику – «сферический». Именно такая форма позволяет им самоустанавливаться и эффективно работать в условиях особо тяжелых нагрузок и возможных перекосов.

Ролики в сферических подшипниках изготавливаются в двух основных формах: симметричной и несимметричной (конусной) «бочки».

Несимметричные ролики сужены в направлении от среднего борта внутреннего кольца. Таким образом, диаметр торца, обращённого к борту, больше диаметра противоположного торца.

Симметричные ролики имеют одинаковые диаметры с обеих сторон.

Ключевой особенностью геометрии является соотношение радиусов кривизны.

Радиус образующей ролика равен радиусу беговой дорожки внутреннего кольца, что теоретически обеспечивает контакт по всей длине образующей.

Радиус сферы наружного кольца несколько больше радиуса ролика, из-за чего их теоретический контакт должен быть точечным.

На практике, благодаря упругим деформациям материала, контактные пятна изменяются: с наружным кольцом образуется узкая полоска, а с внутренним – эллиптическая площадка. [3]

На работоспособность сферических роликоподшипников ключевое влияние оказывают три фактора: геометрия роликов, их профиль и соблюдение заданных допусков.

При сравнении со сферическими подшипниками – цилиндрические проще в изготовлении, однако, их сборка требует более высокой точности и тщательной подборки по радиальным зазорам.

Несмотря на это, опыт эксплуатации демонстрирует значительное преимущество цилиндрических подшипников в ресурсе: при равных габаритных размерах их долговечность в 6-8 раз выше, чем у сферических аналогов. [4]

Таким образом, обеспечение безопасности движения и надёжности вагонного парка, а также достижение максимальной производительности при минимальных затратах, напрямую зависят от глубокого понимания принципов работы и эксплуатационных особенностей наиболее ответственных узлов ходовых частей вагона.

### **Список использованной литературы**

1. Власова А.Н. Проблемы повышения эффективности и качества использования вагонного парка в современных условиях / А.Н. Власова, П.В. Перфильева, А.С. Кашкарев,

2. Стецова Ю.М. Оценка возможности совершенствования перевозочного процесса на железнодорожном транспорте за счет модернизации изотермического подвижного состава/ Ю.М. Стецова, Н.В. Макаров, Н.П. Асташков, Ю.И. Белоголов // Молодая наука Сибири. – Иркутск: ИрГУПС, 2019. – № 1 (3). – С. 32 - 38.

3. Механическая часть тягового подвижного состава: учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта / Бирюков И.В., Савоськин А.Н., Бурчак Г.П. и др.; под ред. И.В. Бирюкова. – М.: Альянс, 2013. – 440 с.

4. Транспортная инфраструктура Сибирского региона: сб. науч. тр. – Иркутск: ИрГУПС, 2015. – 459 С.