

УДК: 622.232.83:62-587.5

## ДИАГНОСТИКА РЕДУКТОРОВ МОТОР-КОЛЕС КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЗА ИЗНОСОМ ПОДШИПНИКА

### THE DIAGNOSTICS OF CAREER DUMP MOTOR-WHEEL GEAR ON THE BASIS OF MONITORING THE DEPRECIATION OF THE BEARING

Кудреватых Андрей Валерьевич,  
кандидат техн. наук, доцент, e-mail: kav.ea@yandex.ru  
Kudrevatykh Andrey V., C. Sc., Associate Professor

Кузбасский Государственный Технический Университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000,  
Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28  
T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya st., Kemerovo, 650000, Russia.

**Аннотация.** В статье предложен метод диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов, позволяющий следить за износом подшипника и контролировать параметры узлов по достижению предельно допустимых значений.

Применение данного метода позволяет предупредить отказ редуктора мотор-колеса автосамосвала и провести планово-предупредительные меры по замене изношенного подшипника.

Благодаря внедрению данного метода, редуктор мотор-колеса не будет эксплуатироваться с зазорами, превышающими допустимые, что позволит предотвратить его отказ и будет способствовать следующим качественным улучшениям: оперативный контроль состояния карьерного автосамосвала; постоянный контроль за состоянием редуктора во время эксплуатации; увеличение интервалов между плановым обслуживанием и ремонтом; сокращение непредвиденных простоев техники; уменьшение затрат на текущий ремонт; защита карьерного автосамосвала от аварий (при внезапном отказе редуктора мотор-колеса); экономия средств на приобретение новых деталей и ремонт в результате работ планово-предупредительного характера.

**Abstract.** The article proposes a method of diagnostics of the actual technical condition of the motor-wheel gear of pit dump trucks. It allows monitoring the depreciation of the bearing assemblies, and also to control the parameters of achieving the maximum permissible meanings.

Application of this method allows to prevent the refusal of a reducer of the motor wheel of a dump truck and to carry out scheduled preventive measures for the worn-out bearing replacement.

Through this method, the motor-wheel gear unit will not operate with the gaps in an allowable excess. It will prevent its failure and will contribute to the following qualitative improvements: operational control of the state of career dump; constant monitoring of the condition of the gear unit during its operation; longer intervals between scheduled maintenance and repair; reducing unplanned downtime of the equipment; a decrease of the current repair costs; career dump protection from accidents (in case of sudden failure of motor-wheel gear); savings on the purchase of new parts and repair work as a result of preventive measures.

**Ключевые слова:** диагностирование; износ; карьерный автосамосвал; редуктор; подшипник.

**Keywords:** diagnostics, depreciation, pit dump (career) truck, reduction gear, bearing.

#### Введение

Обзор публикаций, посвященных повышению долговечности и надежности автомобильной техники, показал наличие достаточно широкого круга исследований в данном направлении.

Вопросами надежности и долговечности автомобильной техники в последние годы занимаются Артамонов П. В.[1], Баженов Ю. В.[2], Бояршинов А. Л.[3], Гоева В. В.[4], Конюшевский А. В.[5], Кузьмин Н. А.[6], Куприянов Н. С.[7], Махалов М. С.[8], Огороднов С. М.[9], Труханов В. М.[10], Фасхиев Х. А.[11], Яхъев Н. Я. [12] и другие ученые.

Большинство работ посвящено изнашиванию

и надежности деталей и механизмов автомобильных двигателей. Над этой проблемой работают Берштейн А. И.[13], Гассельберг В.С.[14], Гончаров А.А.[15], Калимуллин Р. Ф.[16], Паначев И.А.[17] и др.

Анализ причин внеплановых простоев карьерных автосамосвалов показал, что наиболее значимыми (по количеству отказов, трудоемкости восстановления работоспособности, затратам материальных и трудовых ресурсов) являются отказы механической системы, связанные с поломками металлоконструкций. Низкие показатели надежности и долговечности горно-транспортных машин связываются, в первую очередь, с низким

уровнем их ремонтной технологичности. Наибольшая доля простоев обусловлена отказом редукторов-мотор колес.

Вопросам повышения надежности редуктора-мотор колеса карьерного автосамосвала в последние годы посвящено достаточно много работ. В большинстве случаев исследователи работают с показателями, полученными на основе отработавшего масла (используется метод эмиссионного спектрального анализа масла) [17, 18, 19], так как этот способ является менее затратным и трудоемким.

Но, несмотря на очевидные достоинства данного метода, информация о техническом состоянии редуктора-мотор колеса карьерного автосамосвала может быть получена только после анализа отработавшего масла, в то время как изменение зазора в подшипнике является более первичным диагностическим параметром.

Применение метода диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов основанный на отслеживании изменения зазора и между подшипником упорным кольцом позволит предупредить износ зубчатых зацеплений и недопустить по этой причине предельной концентрации металла в масле.

### **Материалы и методы**

В основе исследования лежит измерительная аппаратура, позволяющая определять величину зазора между подшипником упорным кольцом для обеспечения точного зацепления зубчатой пары, что позволяет уменьшить износ зубчатого зацепления, а также недопустить излишнего нагружения подшипников.

Цель работы заключается в разработке метода диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов, позволяющего следить за износом подшипника и контролировать параметры узлов по достижению предельно допустимых значений.

Объектом исследования является редуктор мотор-колеса карьерного автосамосвала.

### **Результаты**

Разработанный метод диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов за счет контроля зазора между подшипником и упорным кольцом позволяет:

- 1) контролировать зазор между подшипником и упорным кольцом в пределах нормативного значения;

- 2) определить критическое состояние зазора между подшипником и упорным кольцом и своевременно произвести регулировку для недопущения отказа редуктора мотор-колеса карьерного автосамосвала;

- 3) исключить нарастание до предельной концентрации металла в масле.

### **Обсуждение**

Техническое диагностирование является составной частью технологических процессов. При планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта карьерные автосамосвалы через определенное время в принудительном порядке подвергаются профилактическим воздействиям в установленном объеме. При этом, несмотря на корректирование режимов технического обслуживания и ремонта в зависимости от ряда факторов, индивидуальный подход к каждой единице отсутствует. Однако необходимость в таком подходе есть, так как даже при работе карьерных автосамосвалов в одинаковых условиях техническое состояние каждого из них при одной и той же наработке вследствие целого ряда причин (индивидуальные особенности автосамосвала, качество вождения, техническое обслуживание и другое) может существенно отличаться. Далеко не для каждого автосамосвала необходимы все операции, предусмотренные «жестким» объемом того или иного вида технического обслуживания.

Выполнение этих «ненужных» операций ведет, с одной стороны, к неполной реализации индивидуальных свойств автосамосвала, повышению затрат на техническое обслуживание, с другой, отнюдь не способствует улучшению его технического состояния.

Наоборот, частые вмешательства в работу соединений способствуют повышенному изнашиванию сопряженных поверхностей, появлению повреждений крепежных соединений, нарушению герметичности соединений. Значительные потери трудовых и материальных ресурсов связаны также с большим объемом ремонтных воздействий, обусловленным несвоевременным выявлением отказов. Наиболее полное использование индивидуальных возможностей карьерных автосамосвалов и обеспечение на этой основе высокой эффективности в процессе эксплуатации может быть осуществлено за счет широкого внедрения в технологический процесс технического обслуживания и ремонта диагностирования технического состояния по фактическому состоянию объекта.

На горных предприятиях техническое состояние редукторов мотор-колес карьерных автосамосвалов в процессе эксплуатации определяется: внешним осмотром; на слух (шумность работы) и вибрацию; по степени нагрева корпуса агрегата.

Внешним осмотром, по протечкам масла, можно выявить износ или повреждение манжет, а также появление пор и трещин в корпусе, крышке или ступице мотор-колеса. При появлении вибрации или повышенного уровня шума при работе могут быть выявлены случайные поломки или ослабление крепления деталей. По степени нагрева можно определить нарушение регулировки подшипников или изменение уровня масла в редукторе [27].

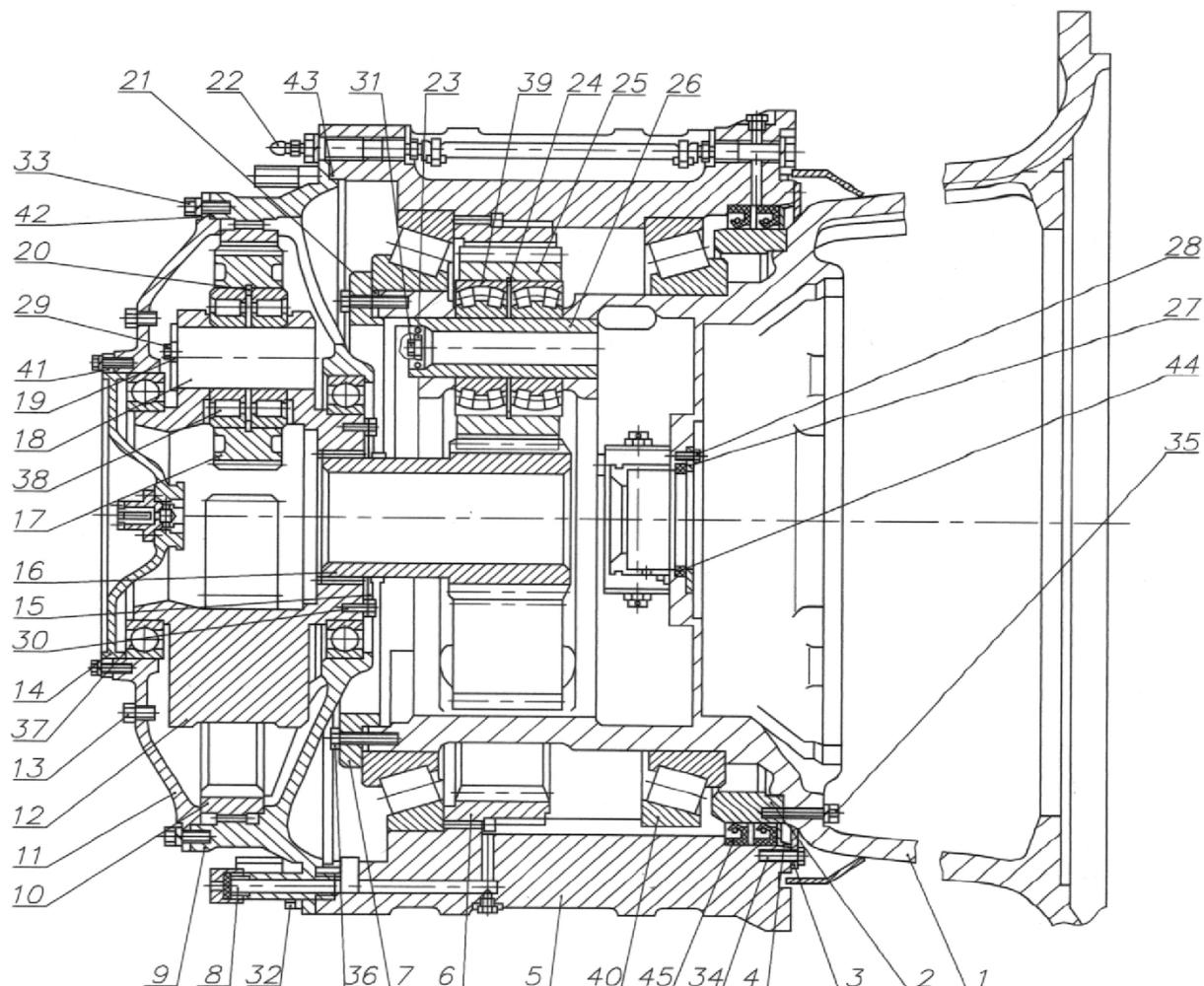


Рисунок 1 – Редуктор электромотор-колесо автосамосвалов

БелАЗ75131:

1 – корпус редуктора; 2 – кольцо подманжетное; 3 – прижим; 4 – кольцо дистанционное; 5 – ступица; 6 – коронная шестерня второго ряда; 7 – кольцо упорное; 8 – пробка сливная; 9 – крышка водила первого ряда; 10 – коронная шестерня первого ряда; 11 – крышка водила первого ряда; 12 – водило первого ряда; 13 – пробка контрольная; 14 – крышка редуктора; 15 – пластина стопорная; 16 – солнечная шестерня второго ряда; 17 – сателлит первого ряда; 18 – ось сателлита первого ряда; 19 – пластина стопорная; 20 – кольцо стопорное; 21 – шайба распорная; 22 – масленка; 23 – пластины стопорные; 24 – кольца стопорные; 25 – сателлит второго ряда; 26 – ось сателлита второго ряда; 27 – кольцо; 28 – 36 – болты; 37 – 40 – подшипники; 41 – 43 – кольца уплотнительные; 44, 45 – манжеты

Редуктор электромотор-колесо автосамосвалов БелАЗ75131 представлен на рис. 1.

Одним из важнейших параметров надежности редуктора мотор-колеса является зазор между подшипником и упорным кольцом номера.

В настоящее время нормой для допуска редуктора к эксплуатации является зазор в 0,03 мм [28]. Следующий демонтаж редуктора проводится через 3 года. За это время износ составляет 0,5-1 мм и при значении 1,03 мм проводится ремонт. Поэтому целесообразно проводить диагностирование по фактическому состоянию редуктора мотор-колеса, позволяющий вести контроль за износом подшипника и контролировать параметры узлов

по достижению предельно допустимых значений. Диагностика заключается в установке специального датчика в упорном кольце подшипника редуктора мотор-колеса. Датчик способен своевременно подать сигнал непосредственно в кабину автосамосвала о достижении предельно допустимых параметров.

Устанавливаемый датчик – ВК415 ТУ 37.003.1213-84. Конструктивные особенности: кнопочный, герметичный. Может занимать два положения. Подсоединяется датчик в электрическую цепь с напряжением 12 В. Уменьшая длину штока замеряем при помощи штангель-циркуля и специальных щупов толщиной 0,1-1,0 мм момент

замыкания контакта датчика. Тарировку проводим 7 раз и получаем среднее значение замыкания контакта датчика и его срабатывание – 0,8 мм. Для изоляции контактов и избежания нежелательного замыкания электрической цепи контакты покрываются эпоксидным клеем на основе смол, не проводящих электрический ток.

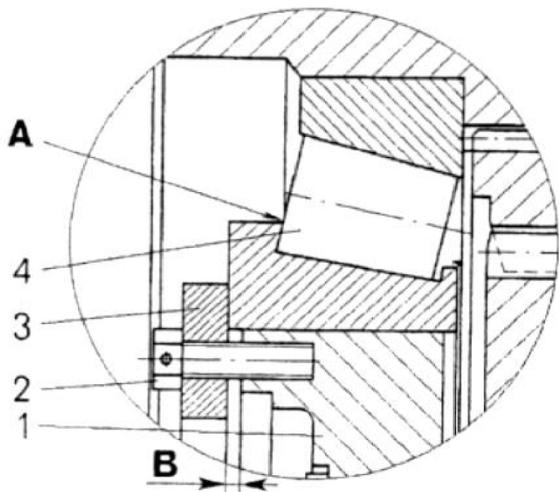


Рисунок 2 - Проверка зазоров:

1 - корпус редуктора, 2 - болт регулировочный, 3 - кольцо упорное, 4 - подшипник, A - место установки щупа: B – зазор

Регулировка датчика осуществляется следующим образом:

- выбирается зазор между подвижным контактом датчика и наружной обоймой подшипника путем выбора длины штока подвижного контакта датчика, уменьшая длину штока подвижного контакта стачиванием.

- после затяжки регулировочных болтов вкручивается датчик в гнездо, предназначенное для него в упорном кольце, затягивая до упора, при этом, не забыв подключить его к сети с напряжением 14 В. При закручивании датчика контрольная лампа должна загореться, момент срабатывания составит – 0,03 мм [20].

- выбирается зазор путем подкладывания регулировочных шайб между датчиком и упорным кольцом. Толщина шайб составляет 0,1 мм, а допустимый зазор – 1 мм. При затягивании датчика

контрольная лампа горит. При срабатывании датчика во время эксплуатации автосамосвала контрольная лампа гаснет, и тем самым предупреждает, что зазор сепараторов подшипника (рис. 2) превысил предельно допустимые параметры.

Благодаря данному методу, редуктор мотор-колеса не будет эксплуатироваться с зазорами, превышающими допустимые, что позволит предотвратить его отказ.

### Выводы

Разработанный метод диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов, позволяющий следить за износом подшипника и контролировать параметры узлов по достижению предельно допустимых значений позволяет:

1) контролировать зазор между подшипником и упорным кольцом в пределах нормативного значения;

2) определить критическое состояние зазора между подшипником и упорным кольцом и своевременно произвести регулировку для недопущения отказа редуктора мотор-колеса карьерного автосамосвала;

3) исключить нарастание до предельной концентрации металла в масле.

Благодаря данному методу, редуктор мотор-колеса не будет эксплуатироваться с зазорами, превышающими допустимые, что позволит предотвратить его отказ и будет способствовать следующим качественным улучшениям:

- оперативный контроль состояния карьерного автосамосвала;

- постоянный контроль за состоянием редуктора во время эксплуатации; увеличение интервалов между плановым обслуживанием и ремонтом;

- сокращение непредвиденных простоев техники; уменьшение затрат на текущий ремонт;

- защита карьерного автосамосвала от аварий (при внезапном отказе редуктора мотор-колеса);

- экономия средств на приобретение новых деталей и ремонт в результате работ планово-предупредительного характера.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов П. В. Программа для автоматизации расчета долговечности несущих металлоконструкций карьерных автосамосвалов, на основе данных спутниковой навигационной системы позиционирования GPS / Вестник Кузб. гос. техн. унив. – 2012. – №3. – С. 40-41.
2. Баженов Ю. В. Основы теории надежности машин: учебное пособие. – Москва: ФОРУМ, 2014. – 320 с.
3. Бояршинов А.Л., Стуканов В.А. Надежность и техническая диагностика автотранспортных средств: учебное пособие. – Москва: ФОРУМ, 2015. – 240 с.
4. Гоева В. В., Гришин Н. Е., Казаков С.С., Коченов В.А. Модернизация производства, форсирование ДВС, долговечность и износостойкость деталей / Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. – 2013. – №10. – С. 40-46.

5. Koniushevskii A.V., Poliakov Al. Af., Poliakov Ar. Al. The influence of dynamic parameters on pressures in parts of mechanical spatial hinged system / Gornyi Zhurnal. – 2015. – No.8. – P. 134-137.
6. Кузьмин Н. А., Борисов Г. В. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. унив. им. Р. Е. Алексеева, 2012. – 270 с.
7. Куприянов Н. С. Надежность, качество, долговечность / Русский инженер. – 2009. – №23. – С. 117.
8. Махалов М. С. Методика экспериментальных исследований циклической долговечности деталей машин упрочненных размерным совмещенным обкатыванием / Вестник Кузб. гос. техн. унив. – 2009. – №3. – С. 48-52.
9. Огороднов С. М., Зезюлин Д. В., Макаров В. С., Тумасов А. В. Обоснование методов решения задачи оценки усталостной долговечности деталей и узлов подвески автомобилей / Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №4. – С. 1-9.
10. Trukhanov V. M. Gradual failure model / Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2015. – No.3 – P. 254-256.
11. Фасхиев Х. А. Проектирование деталей транспортных средств по нормативной стендовой долговечности / Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Выпуск № 4. Том 17.– С. 44-55.
12. Яхъев Н. Я. Основы теории надежности и диагностика: учебник. – Москва: Академия, 2009. – 256 с.
13. Берштейн А. И., Чередник А. Г. Проблемы технической эксплуатации топливной аппаратуры дизельных двигателей автомобилей / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №8.– С.429-432.
14. Гассельберг В. С., Запорожец А. В. Диагностика двигателей внутреннего сгорания автомобилей по вибраакустическим параметрам / Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – №2. – С. 72-74
15. Гончаров А. А., Гончаров Н. С. Совершенствование методики диагностирования датчика кислорода автомобильных двигателей / Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 10. – С. 236-240.
16. Калимуллин Р. Ф., Коваленко С. Ю. Концепция ресурсосберегающей эксплуатации автомобильных двигателей / Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – Том 2. № 2. – С. 29-34.
17. Паначев И. А., Кузнецов И. В. Предельно-допускаемые параметры условий эксплуатации большегрузных автосамосвалов по критерию эффективности работы двигателя / Вестник Кузб. гос. техн. унив. – 2015. – №1. – С. 34-37.
18. Власов Ю. А., Тищенко Н. Т. Исследование процессов изнашивания редукторов мотор-колес автосамосвалов БЕЛАЗ по параметрам работающего масла / Вестник Кузб. гос. техн. унив. – 2012. – №1. – С. 1-5.
19. Богданов С. В., Хорешок А. А., Кудреватых А. В. Определение технического состояния редуктора мотор-колеса автосамосвалов методом эмиссионного спектрального анализа масла на основе динамики температуры / Горное оборудование и электромеханика. – 2009. – № 5. – С. 50-52.
20. Хорешок А. А., Кудреватых А. В. Метод комплексного диагностирования редукторов мотор-колес карьерных автосамосвалов (на примере ОАО УК «Кузбассразрезуголь») / Горная промышленность. – 2010. – № 5. – С.60-64.
21. РУПП «Белорусский автомобильный завод» Карьерный самосвал БелАЗ-75131 и его модификации, руководство по ремонту. – Жодино, 2009.

## REFERENCES

1. Artamonov P. V. Programma dlya avtomatizacii rascheta dolgovechnosti nesushchih metallokonstrukcij kar'ernyh avtosamosvalov, na osnove dannyh sputnikovoj navigacionnoj sistemy pozicionirovaniya GPS [Program to automate the calculation of durability of bearing metal mining dump trucks, based on data from GPS satellite navigation positioning system]. / Vestnik Kuzb. gos. tekhn. univ. 2012. # 3. p. 40-41.
2. Bazhenov Yu. V. Osnovy teorii nadezhnosti mashin: uchebnoe posobie [Fundamentals of machine reliability theory]. – Moskva: FORUM, 2014. 320 s.
3. Boyarshinov A.L., Stukanov V.A. Nadezhnost' i tekhnicheskaya diagnostika avto-transportnyh sredstv: uchebnoe posobie [Reliability and technical diagnostics of vehicles]. – Moskva: FORUM, 2015. 240 s.
4. Goeva V. V., Grishin N. E., Kazakov S.S., Kochenov V.A. Modernizaciya proizvodstva, forsirovaniye DVS, dolgovechnost' i iznosostojkost' detalej [Modernization of production, forcing the internal combustion

engine, durability and wear parts]. / Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomiceskogo instituta. 2013. # 10. p. 40-46.

5. Koniushhevskii A.V., Poliakov Al. Af., Poliakov Ar. Al. The influence of dynamic parameters on pressures in parts of mechanical spatial hinged system / Gornyi Zhurnal. 2015. No.8. p. 134-137.

6. Kuz'min N. A., Borisov G. V. Nauchnye osnovy processov izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilej [Scientific bases of processes of change in the technical condition of vehicles]. – Nizhnij Novgorod: Nizhegorod. gos. tekhn. univ. im. R. E. Alekseeva, 2012. 270 s.

7. Kupriyanov N. S. Nadezhnost', kachestvo, dolgovechnost' [Reliability, quality, durability]. / Russkij inzhener. 2009. # 23. p. 117.

8. Mahalov M. S. Metodika eksperimental'nyh issledovanij ciklicheskoj dolgovechnosti detalej mashin uprochnennyh razmernym sovmeshchennym obkatyvaniem [Methods of experimental studies of the cyclic durability of hardened dimensional combined torsion machine parts]. / Vestnik Kuzb. gos. tekhn. univ. 2009. # 3. p. 48-52.

9. Ogorodnov S. M., Zezyulin D. V., Makarov V. S., Tumasov A. V. Obosnovanie metodov resheniya zadachi ocenki ustalostnoj dolgovechnosti detalej i uzlov pod-veski avtomobilej [Justification assessment methods for solving the problem of fatigue life of parts and components car suspension]. / Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. # 4. p. 1-9.

10. Trukhanov V. M. Gradual failure model / Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2015. No.3 p. 254-256.

11. Faskhiev H. A. Proektirovanie detalej transportnyh sredstv po normativnoj stendovoj dolgovechnosti [Design details of the vehicles at standard bench durability]. / Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. # 4. Tom 17.p. 44-55.

12. Yah'ev N. Ya. Osnovy teorii nadezhnosti i diagnostika: uchebnik [Fundamentals of reliability and diagnostics theory]. – Moskva: Akademiya, 2009. – 256 s.

13. Bershtejn A. I., Cherednik A. G. Problemy tekhnicheskoy ekspluatacii toplivnoj apparatury dizel'nyh dvigatelej avtomobilej [Problems of technical operation of diesel engine fuel equipment car] / Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2015. # 8. p.429-432.

14. Gassel'berg V. S., Zaporozhets A. V. Diagnostika dvigatelej vnutrennego sgoraniya avtomobilej po vibroakusticheskim parametram [Diagnosis of internal combustion engines of automobiles for sound and vibration parameters]. / Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2007. # 2. – p. 72-74

15. Goncharov A. A., Goncharov N. S. Sovershenstvovanie metodiki diagnostirovaniya datchika kisloroda avtomobil'nyh dvigatelej [Perfection of a technique of automobile engines oxygen sensor diagnosis]. / Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. # 10. – p. 236-240.

16. Kalimullin R. F., Kovalenko S. Yu. Konsepsiya resursoberegayushchey ekspluatacii avtomobil'nyh dvigatelej [The concept of resourcesaving operation of car engines]. / Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. # 2. p. 29-34.

17. Panachev I. A., Kuznecov I. V. Predel'no-dopuskaemye parametry usloviy ekspluatacii bol'shegruznyh avtosamosvalov po kriteriyu effektivnosti raboty dvigatelya [Limit parameters of heavy dump trucks operating conditions by the criterion of efficiency of the engine]. / Vestnik Kuzb. gos. tekhn. univ. 2015. #1. p. 34-37.

18. Vlasov Yu. A., Tishchenko N. T. Issledovanie processov iznashivaniya reduktorov motor-koles avtosamosvalov BELAZ po parametram rabotayushchego masla [Study of wear processes geared wheel gearboxes BelAZ dump trucks for the parameters of working oil]. / Vestnik Kuzb. gos. tekhn. univ. 2012. #1. p. 1-5.

19. Bogdanov S. V., Horeshok A. A., Kudrevatyh A. V. Opredelenie tekhnicheskogo so-stoyaniya reduktora motor-kolesa avtosamosvalov metodom emissionnogo spek-tral'nogo analiza masla na osnove dinamiki temperatury [Definition of the technical condition of the gear motor-wheel dump method of emission spectral analysis based on oil temperature dynamics]. / Gornoje oborudovanie i ehlekromekhanika. 2009. # 5. p. 50-52.

20. Horeshok A. A., Kudrevatyh A. V. Metod kompleksnogo diagnostirovaniya reduktorov motor-koles kar'ernyh avtosamosvalov (na primere OAO UK «Kuzbassrazrezugol») [The method of diagnosing complex motor-gear wheel-pit dump trucks (for example, «KRU» JSC Coal Company)]. / Gornaya promyshlennost'. 2010. # 5. p.60-64.

21. RUPP «Belorusskij avtomobil'nyj zavod» Kar'ernyj samosval BelAZ-75131 i ego modifikacii, rukovodstvo po remontu [Modification and repair manual «Belarusian Autoworks» Dumper BelAZ-75131]. – Zhodino, 2009.