

ДІАГНОСТИКА АГРЕГАТІВ АВТОМОБІЛЕЙ І КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЮЮЧОГО МАСТИЛА

Автомобільний транспорт, що здійснює перевезення практично всіх видів вантажів і людей, зумовив зростання виробництва більшості галузей промисловості України, тому підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів є однією з пріоритетних проблем транспортної галузі країни.

Умови експлуатації автомобільного транспорту і види його рухомого складу досить різноманітні. Досвід експлуатації автотранспортних засобів і ряд науково-дослідних робіт показує, що впровадження технічного обслуговування і ремонту не завжди збільшує ресурс автомобілів і скорочує вимушені простой в ремонті. Вже до четвертого року експлуатації ймовірність відмов може досягати 18-22%. Трудові затрати поточного ремонту можуть складати 65-70% і більше всіх трудових затрат на утримання автомобілів в робочому стані. Значна тривалість усунення відмов призводить до зниження важливого операційного показника автотранспортного підприємства - фактору технічної готовності.

Ефективність технічної експлуатації автомобілів багато в чому визначається вдосконаленням організації та технології їх діагностики. У ряді великих автотранспортних підприємств Києва, Одеси, Кременчука та інших регіонів, діагностичні послуги з контролю і надійності транспортних засобів працюють за параметрами робочого мастила, де інформація про технічний стан системи "навколишнє середовище - агрегат - мастило" забезпечують лабораторні методи фізико-хімічного аналізу мастила і спектрального аналізу викидів мастила. При цьому спектральний аналіз викидів по відношенню до фактичних викидів мастила є експрес-методом, адже в його основі лежить взаємодія мастильного середовища з електричним полем, а також перспективний подальший розвиток електрофізичних методів управління при діагностиці агрегатів автомобілів із закритими мастильними системами.

Напрями контролю експлуатаційної надійності автотранспортних засобів по допустимим нормам мастила на даний момент, не тільки не вичерпав існуючі методи діагностики системи «агрегат-мастило», а й розширив їх, що стимулює розробку нових методів і підходів до проблеми, а отже, залишається актуальним.

Ключові слова: технічне обслуговування і ремонт, ресурс автомобілів, відмови, діагностика, робоче мастило, закриті мастильні системи.

Ю.Є. МЕШКОВ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-2506-7020

ДИАГНОСТИКА АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА

Автомобильный транспорт, осуществляющий перевозки практически всех видов грузов и людей, обусловил рост производства большинства отраслей промышленности Украины, поэтому повышение эффективности эксплуатации транспортных средств является одной из приоритетных проблем транспортной отрасли страны.

Условия эксплуатации автомобильного транспорта и виды его подвижного состава разнообразны. Опыт эксплуатации автотранспортных средств и ряд научно-исследовательских работ показывает, что внедрение технического обслуживания и ремонта не всегда увеличивает ресурс автомобилей и сокращает вынужденные простои в ремонте. Уже к четвертому году эксплуатации вероятность отказов может достигать 18–22%. Трудовые затраты текущего ремонта могут составлять 65–70% и более всех трудовых затрат на содержание автомобилей в рабочем состоянии. Значительная продолжительность устранения отказов приводит к снижению важного операционного показателя автотранспортного предприятия - фактора технической готовности.

Эффективность технической эксплуатации автомобилей во многом определяется совершенствованием организации и технологии их диагностики. В ряде крупных автотранспортных предприятий Киева, Одессы, Кременчуга и других регионов, диагностические услуги по контролю и надежности транспортных средств работают по параметрам рабочего смазки, где информация о техническом состоянии системы "окружающая среда - агрегат - масло" обеспечивают лабораторные методы физико-химического анализа масла и спектрального анализа выбросов масла.

При этом спектральный анализ выбросов по отношению к фактическим выбросов масла является экспресс-методом, ведь в его основе лежит взаимодействие смазочного среды с электрическим полем, а также перспективный дальнейшее развитие электрофизических методов управления при диагностике агрегатов автомобилей с закрытыми смазочными системами.

Направления контроля эксплуатационной надежности автотранспортных средств по допустимым нормам смазки на данный момент, не только не исчерпал существующие методы диагностики системы «агрегат-масло», но и расширил их, что стимулирует разработку новых методов и подходов к проблеме, а следовательно, остается актуальным.

Ключевые слова: техническое обслуживание и ремонт, ресурс автомобилей, отказы, диагностика, рабочее масло, закрытые смазочные системы.

Yu.Ye. MIESHKOV
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-2506-7020

VEHICLE UNITS AND OPERATING OIL PARAMETERS CONTROL DIAGNOSTICS

Automobile transport, which transports almost all types of goods and people, has led to the production growth in most industries in Ukraine, therefore, improving the vehicle operation efficiency is one of the priority problems of the country's transport industry.

The operating conditions of road transport and the types of its rolling stock are diverse. The experience of operating vehicles and a number of research projects shows that the introduction of technical maintenance and repair does not always increase the vehicles service life and reduces the downtime for repairs. By the fourth year of operation, the failure probability can reach 18-22%. Labor costs of current repairs can be 65-70% or more of all labor costs for maintaining vehicles in working order. A significant failure's elimination duration leads to a decrease in an important trucking company operational indicator - a technical readiness factor.

The vehicle's technical operation efficiency is largely determined by the improvement of their diagnostics organization and technology. In a number of large motor transport enterprises in Kiev, Odessa, Kremenchug and other regions, diagnostic services for the vehicles control and reliability operate according to the parameters of working lubrication, where information on the technical state of the "environment - unit - oil" system is provided by laboratory methods of physical and chemical analysis of oil and spectral analysis of oil emissions.

At the same time, the emissions spectral analysis in relation to actual oil emissions is an express method, because it is based on the lubricating medium interaction with an electric field, as well as the promising further electrophysical control methods development in the vehicle units with closed lubrication systems diagnosis.

The directions of vehicles operational reliability monitoring according to permissible lubrication rates at the moment, not only have not exhausted the existing diagnostic methods for the "unit-oil" system, but also expanded them, which stimulates the new methods and approaches to the problem development, and therefore remains relevant.

Key words: technical maintenance and repair, vehicle life, failures, diagnostics, operating oil, closed lubrication systems.

Постановка проблеми

Поширеною проблемою є той факт, що існуючі лабораторні методи аналізу мастила мають ряд недоліків. Як правило, їх робочі процеси засновані на таких фізико-хімічних методах, практична реалізація яких викликає високий трудомісткий аналіз мастила. Методи також залежать від наявності спеціальних лабораторних умов, хімічного посуду і реагентів. З цієї причини забезпечується діагностика в основному двигунів, відсутнє діагностичне управління блоками трансмісії і гідравлічними системами. Ситуацію ускладнює той факт, що в автомобілях немає бортових систем діагностики агрегатів по параметрам працюючого мастила, що призводить до зниження експлуатаційної надійності окремих агрегатів і агрегатів і збільшує їх простой в ремонті.

В даний час робота автотранспортних засобів регулюється нормативно-технічною документацією, яка не відображає місце діагностики по параметрам мастила в структурі системи технічного обслуговування і ремонту, що свідчить про відсутність роботи з організації виробничих процесів в автотранспортних підприємств.

Протиріччя між бажанням підвищити ефективність роботи автотранспортних засобів за рахунок скорочення часу, виробничих і фінансових витрат за рахунок підвищення інформативності діагностики, яка заснована на обґрунтуванні, розробці і впровадженні методів оперативного контролю, з одного боку, і низькому рівню знань про закономірності діагностичних параметрів, що характеризують зміни

технічного стану системи «агрегат-мастило» електрофізичними методами контролю, з іншого боку, є актуальною науковою проблемою, що перешкоджає прогресу в галузі.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту, процесів технічного обслуговування і ремонту, контролю та діагностики автотранспортних засобів шляхом проведення досліджень, наукового обґрунтування, розробки та застосування високоефективних методів діагностики вузлів автомобілів із закритими мастильними системами на основі електрофізичної оцінки параметрів робочого мастила.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Автомобіль, як комплексна система взаємодіючих елементів, агрегатів і механізмів, забезпечує його функціонування завдяки закладеній надійності і ремонтоздатності, з одного боку, і вдосконаленню методів технічного впливу на автотранспортні засоби, з іншого боку. Утримання автотранспортних засобів в технічно обумовленому стані вимагає значних витрат, пов'язаних з технічною організацією і ремонтом, які в залежності від типу рухомого складу можуть відрізнятися в десятки разів [1].

Наприклад, важкі автотранспортні засоби, являються показовими в даному випадку так як мають досить складну конструкцію і великі розміри, мають високу вартість і трудомісткий зміст.

Підвищення інтенсивності режиму роботи основних вузлів машин і механізмів сприяє зменшенню їх надійності та довговічності. Причому ця проблема пов'язана, в основному, із вузлами тертя, які є найбільш чутливими до дії високого рівня навантажень, швидкостей та температур, зростання яких є неминучим при інтенсифікації роботи обладнання [2]

Тому актуальним завданням є підвищення високих навантажень, швидкостей та температур. Цю проблему можливо вирішити різними способами, у тому числі за рахунок підвищення змащувальних якостей мастильних матеріалів, які використовуються у надійності та довговічності роботи вузлів тертя машин і механізмів, які працюють за умови вузлах тертя.

Питанням підвищення ефективності експлуатації великовантажних автотранспортних засобів за рахунок зниження витрат, підвищення продуктивності, вдосконалення виробничих процесів, поліпшення конструкцій автомобілів, забезпечення ремонтної технологічності, присвячені дослідження Аністратова К.Ю., Біденко А.В., Васильєва В.А., Васильєва М.В. Воронова Ю.С., Галкіна В.І., Герике Б.Л., Казарез А.Н., Квагінідзе В.С., Коха П.І., Кулешова А.А., Марієва П.А., Морозова В.І., Потапова М.Г., Сироткіна З.Л., Смирнова В.П., Горешок А.А., Ціперіна

В даний час в Україні експлуатація великовантажних автотранспортних засобів регулюється системою технічного обслуговування і ремонту, що відображено в нормативних документах [3,4], якими підвищено якість процесу проведення перевірки технічного стану транспортних засобів суб'єктами здійснення обов'язкового технічного контролю

Слід зазначити, що за останній період часу парк вітчизняних автомобілів був значно оновлений, стали більш перспективними процеси технічного обслуговування і ремонту, пропонуються раціональні графіки циклу періодичного технічного обслуговування. Дослідження, які проводилися на ПАТ «Кременчуцьке кар'єроуправління Кварц», [5], показали, що навіть повна відповідність існуючій системі технічного обслуговування і ремонту не дає бажаного результату утримання автотранспортних засобів в технічно обґрунтованому стані. Коефіцієнт технічної готовності з віком автомобілів за маркою неухильно знижувався, і був в діапазоні 0,45-0,65, що, на нашу думку, неприпустимо низький. Найбільша кількість відмов була пов'язана з двигунами, гідромеханічною трансмісією і гідравлічною системою. Отже, зниження показника відмови таких агрегатів призведе до збільшення коефіцієнта технічної готовності.

Функціонування більшості відповідних вузлів механічних систем супроводжується тертям і зносом. Тому довговічність робочих поверхонь деталей характеризується показниками довговічності (середній технічний ресурс) і надійності (середня продуктивність по виходу з ладу). Встановлено, що граничний стан деталей більшості автотранспортних підприємств (85... 90%), виникає не в результаті втрати міцності, а в результаті зносу робочих поверхонь. Втрата національного доходу від тертя і зносу в розвинених країнах світу становить 4...5% [6], тому вирішення питань зносу автомобіля пов'язане з розвитком інженерно-технічних напрямків:

- розробка вузлів тертя машин що мають велику зносостійкість;
- розробка нових методів розрахунку деталей для тертя і зносу;
- поліпшення змащування вузлів машини;
- підготовка інженерно-технічного персоналу в трибообладнанні;
- розробка нової теорії тертя і великої зносостійкості;
- розробка вибіркових методів передачі;
- зв'язок триботехніки з екологічними питаннями.

Велике значення у вирішенні проблеми зниження зносу має відповідність вимогам системи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

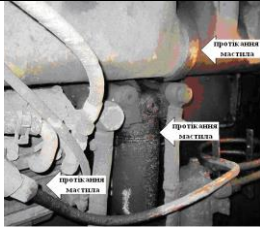





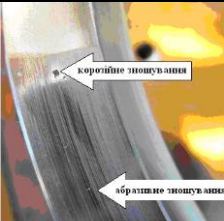
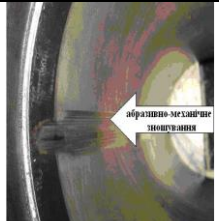
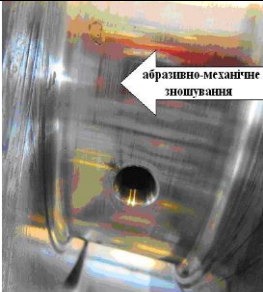
При цьому відповідність системі технічного обслуговування і ремонту призводить до того, що витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів можуть бути в 6 разів вище їх вартості.

Надійність більшості автотранспортних засобів характеризується в основному надійністю двигуна і основних трансмісійних агрегатів. Причинами більшості поступових збоїв агрегатів є абразивні та корозійно-механічні причини зносу.

В таблицях 1; 2 наведено основні причини утворення деяких збоїв та несправності деталей, що призводять до відказів у агрегатах автотранспортних засобів.

Таблиця 1

Причини утворення деяких збоїв у агрегатах автотранспортних засобів

Порушення герметичних з'єднань			
 <p>Протікання мастила в з'єднаннях трубопроводів і фільтрів</p>	 <p>Протікання мастила з під пробки гідравлічного баку</p>	 <p>Протікання мастила в з'єднаннях корпусу фільтра</p>	 <p>Високо температурне утворення нагарів</p>
Утворення нагарів і відкладень та зношування			
 <p>Низькотемпературне утворення шламу</p>	 <p>Забивання шламом масляних каналів колінчатого валу</p>	 <p>Абразивне і корозійне зношування підшипників ковзання</p>	 <p>Зношування гільзи циліндра двигуна</p>
 <p>Зношування шатунної шийки колінчатого валу двигуна</p>			

Таблиця 2

Несправності деталей, що призводять до відказів агрегатів автотранспортних засобів

Характер руйнування деяких деталей			
 <p>Тріщина гільзи циліндра ДВЗ</p>	 <p>Зколування і змяття юбки поршня</p>	 <p>Тріщини блоку циліндрів двигуна</p>	 <p>Тріщини корпусу камери згорання</p>

Продовження табл.2

 <p>Тріщина поверхні корінної шийки колінчастого валу</p>	 <p>Виплавлення поверхні підшипника ковзання</p>	 <p>Спікання фрикціону гнучкої рухомої муфти (фрагмент)</p>	 <p>Вкрашування зубців шестерні коробки передач</p>
--	---	---	--

Як відзначає [7], ці види зносу характерні для всіх агрегатів із закритими системами мащення: двигуни внутрішнього згорання, гідромеханічні передачі, коробки передач, редуктори ведучих мостів, редуктори мотор-коліс, гідравлічні системи. При цьому є і відмінні риси в цих механізмах - це наявність масляної системи фільтрації.

Відмінною рисою решти агрегатів автотранспортних засобів є динамічний фактор, який характеризується кутовими зазорами (люфтами).

Вихід з ладу одного автотранспортного засобу з експлуатації не призводить до виходу з ладу транспортного процесу всього автопарку. Але умови експлуатації автотранспортних засобів випадкові і мають ймовірні характеристики. Тому дія випадкових факторів може накопичуватися, і тоді може виникнути збій в роботі системи, що може привести до зупинки транспортного процесу автотранспортного підприємства. Усуненню факторів збоїв, що викликають відкази агрегатів, виявлення їх причин відмови буде сприяти регламентне виконання технічного обслуговування згідно норм технологічної документації та технічних правил експлуатації. Але навіть якісні показники технічного обслуговування не гарантують повних регуляторних показників надійності і довговічності. Таким чином, відсутність діагностики автотранспортних засобів по параметрам робочого мастила може привести не тільки до тривалого простою автомобілів, але і до виникнення шкоди навколишньому середовищу і неефективного використання паливо-мастильних матеріалів.

Агрегати трансмісії автотранспортних засобів не оснащені системами очищення мастила. Це дозволяє продуктам зносу, елементам дорожнього пилу і води, накопичення яких відбувається через неправильний контроль, збільшити знос відповідних деталей до аварійних поломок. Знос призводить до збільшення кутових щілин в парах і появи ударів.

При цьому підвищується температура агрегату і шум в його роботі, збільшуються додаткові динамічні навантаження на зношені вузли. Тому люфт в деталях що сполучаються, характеризує технічний стан агрегату, дозволяє оцінювати його при проведенні технічного огляду, а при перевищенні максимально допустимих норм відправити такий агрегат на ремонт.

Удосконалення технології виготовлення двигунів внутрішнього згорання, використання зносостійких матеріалів, використання нових видів обробки, поліпшення властивостей мастильних матеріалів і їх очищення приводить до зниження зносу деталей. Ця тенденція характерна для виробників двигунів і мастильних матеріалів. Однак ці заходи не можуть повністю позбавити двигуни внутрішнього згорання зовнішніх і внутрішніх операційних факторів. У роботах [8,9], відзначається, що основними частинами, що піддаються зносу, є частини циліндра. Переважаючими видами зносу є: абразивні, захоплюючі, корозійно-механічні.

Ці типи зносу, як правило, є стимуляторами інших видів зносу, які можуть відбуватися одночасно. Однак, незважаючи на численні роботи по поліпшенню виробничих і експлуатаційних умов, основними деталями, що характеризують інтенсивність зносу двигунів внутрішнього згорання, є пари тертя: кільце - гільза; шийка валу - вкладиш (підшипник ковзання); поршневі палець - втулка верхньої голови шатуна; кулач розподільного валу - тарілка штовхача. Про це свідчать збої двигунів внутрішнього згорання в умовах експлуатації.

Збої агрегатів з замкнутими системами мащення можуть складати значну частку загальної кількості відмов автотранспортних засобів - від 38 до 48%. Встановлено, що несправності двигунів, трансмісійних агрегатів і гідросистем переважно мають поступовий знос з задирами і заклинюванням деталей що сполучаються.

Процеси зносу відбуваються в умовах замкнутої циркуляції систем мастильних блоків. Тому знос деталей агрегатів, що труться є стохастичним взаємозв'язком між вхідними і вихідними параметрами системи «агрегат-мастило».

Відзначимо, що коли мова йде про вхідні параметри для системи "агрегат - мастило", система мастила стане джерелом інформації про технічний стан автомобіля, а такі показники, як довговічність і надійність, багато в чому будуть залежати від процесів, що відбуваються в масляній системі. В цьому

випадку необхідно враховувати поточний стан системи з точки зору ступеня забруднення мастила абразивом, паливом, охолоджуючою рідиною, порушенням працездатності елементів системи очищення мастила, падінням тиску, підвищенням температури, вибоком мастила і т. п.

Виходячи з вищесказаного, проблемі зниження експлуатаційної надійності автотранспортних засобів повинні бути протиставлені заходи ефективного використання агрегатів і мастильних матеріалів, оснований на методах їх оцінки і контролю. Такі методи повинні виявити механізми складних фізичних процесів, що відбуваються в системі «агрегат-мастило» і дозволяють задовго до настання відмов виявити і усунути причини їх виникнення.

Гідравлічне мастило, яке функціонально передає механічну енергію з його джерела в місце використання, має високу рухливість, що пов'язано з ККД теплового відходу від нагрітих частин гідросистеми.

Тому гідравлічні мастила мають невелику в'язкість, що забезпечує рухливість мастила при низьких температурах. Рухливість обумовлена низькомолекулярною масою вуглеводнів. Легкі ароматичні вуглеводні забезпечують хорошу рухливість нафтопродуктів, але будучи природними окислювачами, вони найбільш агресивні по відношенню до гумових виробів і при виробництві гідравлічних мастил ароматичні вуглеводні видаляються шляхом очищення

Для гідравлічних мастил дуже важливий показник хімічної стійкості, так як мастило постійно контактує з металевими деталями і гумовими ущільненнями.

Нафтові вуглеводні підвищують в'язкість мастила, і в той же час забезпечують його низькотемпературні властивості, що є важливим показником працездатності гідросистем в зимових умовах. Однак збільшення частки нафтових вуглеводнів в мастилі призводить до зниження стійкості мастил до окислення. У міру збільшення молекулярної маси молекул нафтових компонентів знижується стійкість мастила в окислюючих середовищах. В процесі окислення в мастилах різко збільшується кількість ізомерів, утворюються спирти і карбонові кислоти, які мають значення діелектричних проникнь навколишнього середовища ($\epsilon \approx 27...37$) що на порядок вище цього показника для свіжого мастила. Отже, навіть при відсутності забруднюючих елементів з високою діелектричною проникністю навколишнього середовища (вода, кремній) термічно активне мастило може знизити значення коефіцієнта використання за рахунок процесів власного окислення і полімеризації. А також збільшувати цей показник за рахунок корозійного руйнування металів, частинки яких циркулюють в робочому мастилі.

Висновки

Гідравлічні мастила на нафтовій основі здатні в процесі експлуатації, по мірі спрацювання добавок, змінювати свої конструктивні властивості, без зовнішніх забруднюючих компонентів, що відбивається на зміні його діелектричних показників.

Список використаної літератури

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
2. Фролов, К.В. Современная трибология. Итоги и перспектива / К.В. Фролов. – М.: Издательство УКИ, 2008 – 480 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України «Порядок проведення обов'язкового технічного контролю та обсяги перевірки технічного стану транспортних засобів» від 30 січня 2012 р. № 137.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 січня 2019 року №46 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України».
5. Мороз М.М. Організація перевезень гірничої маси на ПАТ «Кременчуцьке кар'єроуправління «Кварц». URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Srt.2014.2.21>.
6. "Основи трибології (тертя, знос, мастило) / Під ред. А.В. Чичинадзе. - М.: Машинобудування, 2001. - 664 с.
7. Власов Ю. А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла: диссертация на соискание учёной степени докт. техн. наук: спец. 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта – Томск: Томск. инж.-строит. ин-т, 2015. – 368 с.
8. Григор'єв М.А. Знос і довговічність автомобільних двигунів / М.А. Григор'єв Н.Н. Пономарьов - М.: Машинобудування, 1978. - 288 с.
9. Циперфін І.М., Касарез А.Н. Технічне обслуговування та ремонт БелАз. - М.: Вища школа, 1982. - 304 с.

References

1. Tekhnicheskaya éksploatatsyya avtomobyley / Pod red. H.V. Kramarenko. Moskva. Transport, 1983. 488 p.
2. Frolov, K.V. Sovremennaya trybologyya. Ytohy y perspektyva / K.V. Frolov. Moskva. Yzdatel'stvo

УКУ, 2008 – 480 p.

3. Постанова Кабінету Міністрів України «Порядок проведення обов'язкового технічного контролю та обсяги перевірки технічного стану транспортних засобів» від 30 січня 2012 р. № 137

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 січня 2019 року №46 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України».

5. Moroz M.M. Orhanizatsiya perevezen' hirnychoyi masy na PAT «Kremenchuts'ke kar"yeroupravlinnya «Kvarts». URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Srt.2014.2.21>.

6. "Osnovy trybolohiyi (tertya, znos, mastylo) / Pid red.A.V. Chychynadze. Moskva. Mashynobuduvannya, 2001. 664 p.

7. Vlasov YU. A. Metodolohyya dyahnostyky ahrehatov avtomobyley elektrofyzycheskymy metodamy kontrolya parametrov robotayushcheho masla: dysertatsyya na soyskanye uchēnoy stepeny dokt. tekhn. nauk: spets. 05.22.10 – Ékspluatatsyya avtomobyl'noho transporta – Tomsk: Tomsk. ynzh.-stroyt. yn-t, 2015. – 368p.

8. Hryhor'yev M.A. Znos i dovhovichnist' avtomobil'nykh dvyhuniv / M.A. Hryhor'yev N.N. Ponomar'ov - Moskva. Mashynobuduvannya, 1978. 288 p.

9. Tsyperfin I.M., Kasarez A.N. Tekhnichne obsluhovuvannya ta remont BelAz. Moskva. Vyscha shkola, 1982. 304 p.