

УДК 629.113

**Ю. А. Монастирський, професор, д-р техн. наук,
А. В. Гальченко, асистент**

*ДВНЗ «Криворізький національний університет», вул. XXII партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Україна, 50027
monastirskiy08@rambler.ru*

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ АГРЕГАТИВ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ

За статистичними даними встановлені числові показники основних причин виходу з ладу гідромеханічної передачі, карданних валів та заднього ведучого мосту гідромеханічних трансмісій кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 30 та 40-45 т БелАЗ на українських підприємствах. Встановлено середнє напрацювання на відмову агрегатів трансмісії і питома вага кожної з причин у загальній кількості причин виходу з ладу.

Ключові слова: надійність роботи, кар'єрний самоскид, гідромеханічна передача, причини виходу з ладу.

Вступ. В рамках рішення окремих задач проблеми обґрунтування параметрів сервісних підприємств кар'єрних самоскидів, однією зі складових постало питання врахування зміни показників надійності роботи елементів машин від гірничотехнічних умов експлуатації. Показники надійності впливають в першу чергу, як на обсяги технічних дій по підтриманню рухомого складу у працездатному стані і супутні з цим показники, так і на величини параметрів виробничо-технічних баз сервісних підприємств. На сьогодні в Україні на близько, як на 200 підприємствах працюють кар'єрні самоскиди з гідромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 30-45 т. Загалом не більше десяти підприємств держави використовують кар'єрні самоскиди з гідромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 136-220 т, тому увага даної роботи поширювалася на машини класу вантажопідйомності 30-45 т.

Кар'єрні самоскиди використовуються в дуже різних умовах експлуатації, як на різних підприємствах, так і на одному, але в різних його частинах: для перевезень руди и порід в кар'єрах з максимальними ухилами шляхів, на горизонтальних асфальтобетонних дорогах на території металургійних підприємств для перевезення гарячих шлаків, при будівництві доріг для перевезення технологічних сипучих вантажів та при видобутку будівельних матеріалів. Найбільш показовим у плані різновидів умов експлуатації кар'єрних самоскидів є ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», де однакові машини працюють на шлакопереробці, відвалах висотою до 40-50 м, в кар'єрі глибиною 80-110 м та двох кар'єрах глибиною 250-350 м. То ж врахування умов експлуатації для визначення показників роботи машин є необхідним, а підвищення надійності роботи одним з пріоритетних завдань, як заводу-виробника, так і автогосподарств [1].

Аналіз основних досягнень і літератури. Питання надійності роботи кар'єрних самоскидів в Україні практично ніхто не розглядає, це обумовлено, в першу чергу відносно малою кількістю таких машин на підприємствах, так в середньому на кожному, з близько 200 підприємств, працює по 7-8 машин вантажопідйомністю 30 т та 5-6 машин вантажопідйомністю 40-45 т. Загалом в Україні парк кар'єрних самоскидів складається з близько 2,5 тис. одиниць вантажопідйомністю від 30 до 220 т. Третина загального парку працює на підприємствах Криворізького регіону, тому Криворізьким національним університетом і проводяться окремі дослідження, але в першу чергу по кар'єрним самоскидам вантажопідйомністю 120-130 т, які мають достатньо велику вартість одиниці (від 0,9 до 1, млн.\$) і їхній вплив на показники роботи гірничо-збагачувальних комбінатів іноді є визначальним [2, 3]. В той же час кар'єрні самоскиди вантажопідйомністю 30-45 т є найбільш розповсюдженими, їх питома вага в загальній чисельності кар'єрних самоскидів держави складає близько 90 %, тому для підвищення ефективності експлуатації кар'єрного автотранспорту дослідження показників їх роботи є конче необхідним. Існуючі публікації по таким машинам, які або мають локальний характер для певних вузлів [4], або які вже дуже застарілі [5, 6]. В зв'язку з чим і виникла необхідність у даній роботі. При чому першим етапом досліджень є визначення середніх значень, які в наступному будуть використані в якості базових для порівняння при дослідженні впливу тих або інших факторів на надійність роботи агрегатів.

Мета досліджень, постановка задачі. Метою роботи є визначення основних причин виходу з ладу агрегатів гідромеханічних трансмісій кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 30-45 т та середніх числових значень напрацювання їх на відмову.

Матеріали досліджень. На сьогодні практично 95 % парку кар'єрних автосамоскидів представлено машинами виробництва холдингу «БелАЗ», тому для досягнення поставленої мети виконаний статистичний аналіз надійності роботи основних вузлів та агрегатів гідромеханічної трансмісії кар'єрних самоскидів БелАЗ серій 7540, 7547, 7548 вантажопідйомністю 30-45 т.

Вихідними даними для досліджень були дані гірничо-збагачувальних комбінатів міста Кривий Ріг та сервісних підприємств, які поставляють вузли та агрегати до кар'єрних автосамоскидів на території центру, заходу та півдня України, а саме ТОВ «Кривбас-БелАЗ-Сервіс СП» та ТОВ «Росдизельсервіс». На комбінатах дані взяті з карток виконання ремонту кар'єрних самоскидів і карток виходу з ладу вузлів та агрегатів, а на сервісних підприємствах - по статистичним даним кількості поставлених на підприємства запасних частин.

В межах кожної серії завод-виробник випускає до 50-80 (найбільше для машин вантажопідйомністю 130 т – 326) модифікацій машин, які відрізняються силовими установками, видами та об'ємом платформ, шинами та іншою комплектацією. При цьому трансмісія таких машин незмінна і включає карданний вал гідромеханічної передачі, гідромеханічну коробку передач 5+2, карданний вал заднього мосту та задній ведучий міст. Конструктивно агрегати, незважаючи на різну вантажопідйомність машин, аналогічні і відрізняються за параметрами. Гідромеханічна передача має за себе загальний роз'ємний корпус до складу якого входить гідротрансформатор, чотириох вальна гідромеханічна коробка з фрикційними муфтами, гідродинамічне гальмо-сповільнювач та елементи гідравлічної системи. Задній міст складається з центрального конічного редуктора з диференціалом, двох колісних передач планетарного типу розташованих в приводі кожного колеса, картера мосту та напіввісів.

Результати досліджень. Первинна статистична обробка даних показала, що середні значення напрацювань на відмову складових гідромеханічної трансмісії знаходяться в межах від 43 до 141 тис.км і залежать, як від агрегату, так і від вантажопідйомності самоскидів. Надійність роботи агрегатів самоскидів вантажопідйомністю 40-45 т практично на третину менше надійності по машинам вантажопідйомністю 30 т (рисунок 1). Найбільш надійним є задній міст, найменш надійною – гідромеханічна передача, різниця в середньому напрацюванні на відмову досягає 2,5 рази по машинам вантажопідйомністю 30 т та 2,2 рази по машинам вантажопідйомністю 45 т.

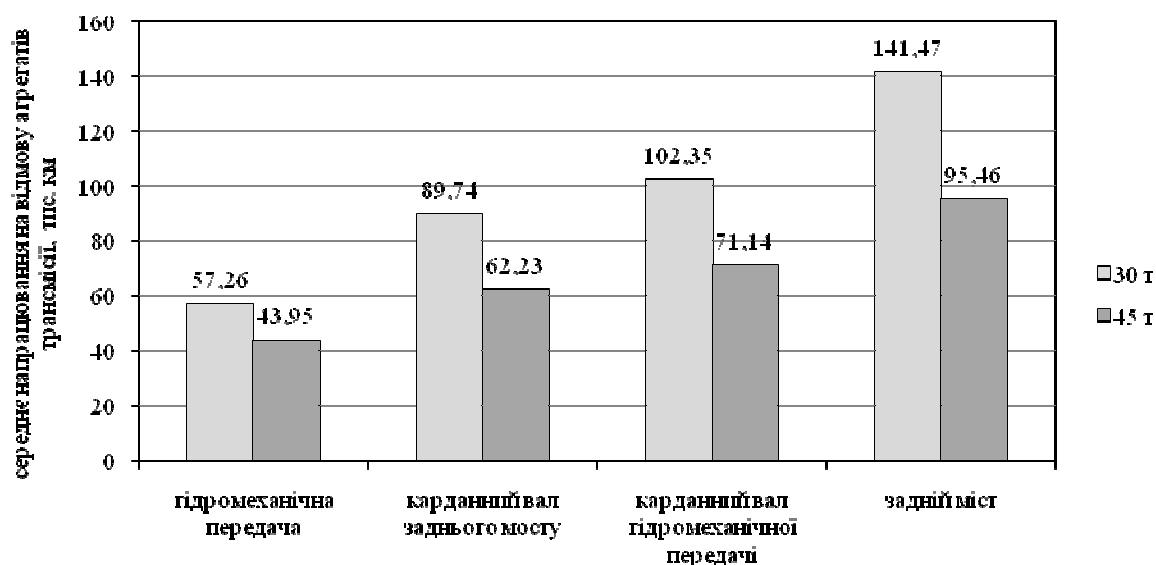


Рисунок 1 - Середнє напрацювання на відмову агрегатів трансмісії

Аналіз відмов гідромеханічної передачі показує, що загалом спостерігається 15 причин (рисунок 2). Розподіл причин за окремими вузлами та системами показує, що, на долю гідротрансформатора приходить близько 6 % відмов, на долю гальма-сповільнювача – близько 18 % відмов, на систему мащення – 41 % відмов, на систему включення передач – 36 % відмов. Аналіз розподілу причин відмов показує, що можна виділити кілька окремих груп: перші чотири причини – це основні причини виходу з ладу кожного з вузлів та систем загалом, на долю яких приходить близько 50 % всіх відмов. Далі група з чотирьох причин системи включення передач, на кожен з яких приходить 6-7 % відмов та група з двох причин системи включення передач з питомою вагою кожної близько 5 %. Завершує розподіл група з п'яти причин питомою вагою близько 2 % кожна, три з яких приходить на гідротрансформатор і по одній на гальмо-сповільнювач та систему мащення.

Встановлені значення мають усереднені значення і відносяться для кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 30 та 45 т без розподілу по вантажопідйомності.

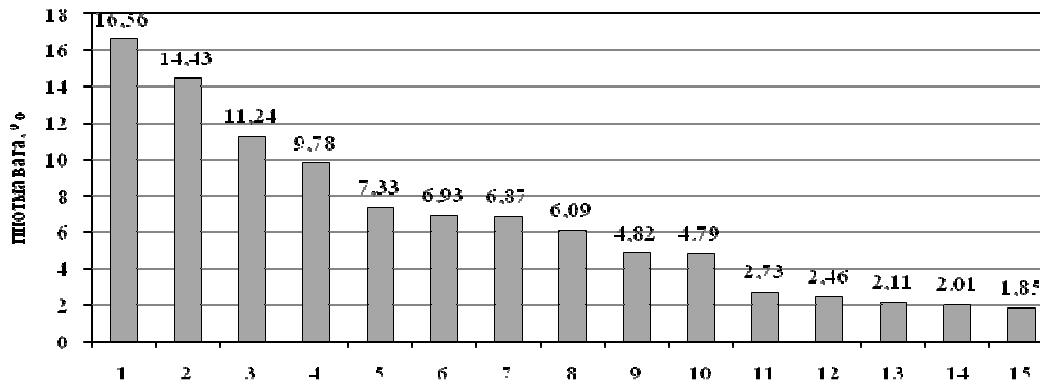


Рисунок 2 - Питома вага різних причин виходу з ладу гідромеханічної передачі: 1 - не включається ступінь коробки передач; 2 - не включається гальмо-сповільнювач; 3 - різко збільшується температура масла при русі самоскида на горизонтальній ділянці; 4 - стуки при ввімкненні ступенів передач; 5 - відсутній тиск масла в головній гідролінії при нейтральному положенні важеля пульта управління; 6 - тиск масла в головній гідролінії при мінімальній частоті обертання двигуна менше необхідного на 0,2 МПа і більше; 7 - горить лампа аварійного тиску масла в системі змащення при частоті обертання двигуна понад 1000 об/хв.; 8 - викидання масла через сапун; 9 - швидкість самоскида не відповідає включеній ступені; 10 - самоскид рухається при нейтральному положенні важеля пульта управління; 11 - не вимикається гальмо-сповільнювач; 12 - різко зменшується тиск масла в головній гідролінії при включенні ступені; 13 - гідротрансформатор не блокується при максимальній швидкості самоскида; 14 - гідротрансформатор не розблокується при перемиканні ступенів; 15 - гідротрансформатор не розблокується при частоті обертання двигуна 1500 об/хв.

Статистичні дослідження надійності роботи карданних валів дозволили виявити основних 9 причин несправностей: (таблиця 1).

Таблиця 1 – Питома вага різних причин виходу з ладу карданних валів

Діагностичне проявлення	Причина виходу з ладу	Питома вага, %
Вібрація карданного валу	Деформовані деталі карданного валу або втрачені балансувальні пластини	1,2933
	Зношені деталі карданних шарнірів	9,8415
	Зношене шліцьове з'єднання карданного валу	5,3109
	Порушена співвісність і паралельність осей ведучого вала гідромеханічної передачі і колінчастого валу двигуна більше допустимих значень	6,6852
	Ослаблені болти кріплення кришок карданного валу	3,8691
Стук в трансмісії при руханні з місця	Зруйновано голчасті підшипники, зношені деталі шліцьового з'єднання карданного валу або гумові втулки пружної муфти	22,3983
	Ослаблено кріплення болтів карданного валу до фланців гідромеханічної передачі або головної передачі ведучого моста	18,6017
Вібрація пружної муфти	Зношені гумові втулки	22,8288
	Зношені деталі пружної муфти	9,1712

Перші п'ять причин (які разом складають близько 41 %) обумовлюють вібрацію карданного валу, наступні дві (32 %) - вібрацію пружної муфти, останні дві (27 %) - стук в трансмісії при руханні з місця.

Задній міст є самим надійним агрегатом трансмісії і виходить з ладу не частіше одного разу за два-чотири роки в залежності від режиму роботи підприємства експлуатації. Найбільша кількість відмов (59 %) обумовлює безперервний специфічний шум при русі самоскиду, який трапляється в наслідок чотирьох практично рівноцінних за обсягом причин (таблиця 2).

Таблиця 2 – Питома вага різних причин виходу з ладу заднього мосту

Діагностичне проявлення	Причина виходу з ладу	Питома вага, %
Підвищений шум при русі самоскида	Пляма контакту в головній передачі зміщена у бік широкої частини зубів веденої шестірні	22,1500
Підвищений шум при гальмуванні самоскида	Пляма контакту в головній передачі зміщена у бік вузької частини зубів веденої шестірні	18,7600
Безперервний специфічний шум при русі самоскида	Знос або пошкодження шестерень головної передачі	15,9543
	Ослаблені кріплення ведучої шестерні головної передачі	14,1816
	Зазори в підшипниках ведучої шестірні і диференціала більше допустимих	9,4544
	Рівень масла в головній передачі нижче гранично допустимого	19,4997

Підвищений шум при русі та гальмуванні автосамоскид обумовлюється зміщенням плями контакту в головній передачі у бік широкої чи вузької частини зубів веденої шестірні та мають практично однакову питому вагу у загальному обсязі причин виходу з ладу ведучих мостів (близько 20%).

Висновки. Подальший розвиток наукових знань з числових показників основних причин виходу з ладу гідромеханічних трансмісій кар'єрних самоскидів дозволив оцінити та виявити найменш надійні агрегати трансмісії на які сервісним підприємствам і автогосподарствам слід звертати більшу увагу при обслуговуванні, ремонті та плануванні обсягів запасних частин.

Бібліографічний список використаної літератури:

1. Пархомчик П. А. Техника БЕЛАЗ для горнодобывающих предприятий Украины/ П. А. Пархомчик, И. В. Бондарь, Ю. А. Монастырский // Горная промышленность. М. – 2011. – Специальный выпуск. – С. 84-87.
2. Монастырский Ю. А. Статистический анализ показателей работы карьерных автосамосвалов, как ресурс повышения эффективности их эксплуатации / Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин, И. А. Таран // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ, 2010. – № 11-12. – С. 66-70.
3. Монастырский Ю. А. Анализ замен тягового генератора ГПА-600 на автосамосвалах БелАЗ-7512 / Ю. А. Монастырский // Системні технології: регіональний міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2002. – № 3 (20). – С. 73-77.
4. Монастирський Ю. А. Дослідження надійності роботи агрегатів підвіски кар'єрних автосамоскидів / Ю. А. Монастирський, В. М. Денис // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 26. – С. 132-134.
5. Сироткин З.Л., Альтшулер В.М., Казарез А.Н. Надежность карьерных автосамосвалов. — М.: Цветметинформация, 1974. — 73 с.
6. Циперфин И. М. Эксплуатация карьерных автосамосвалов: учебн. / И. М. Циперфин, В. Д. Штейн. – М.: Высшая школа, 1987. – 320 с.

Надійшла до редакції 03.05.2013 р.

Монастырский Ю. А., Гальченко А. В. Определение надежности работы агрегатов гидромеханических трансмиссий карьерных самосвалов

По статистическим данным установлены числовые показатели основных причин поломок гидромеханической передачи, карданных валов и заднего ведущего моста гидромеханических трансмиссий карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 30 и 40-45 т БелАЗ на украинских предприятиях. Установлены средние наработки на отказ агрегатов трансмиссии и удельный вес каждой причины в общем количестве поломок.

Ключевые слова: надежность работы, карьерный самосвал, гидромеханическая передача, причины поломок.

Monastyrskiy Yu. A., Galchenko A. V. Determination of reliability of aggregates work of hydromechanical transmissions of open-pit dump-truck

From statistical data the numerical indexes of principal reasons of breakages of hydromechanical transmission, propshafts and back leading bridge of hydromechanical transmissions of open-pit dump-trucks by a carrying capacity 30 and 40-45 t BelAZ on the Ukrainian enterprises are set. Middle works on the refuse of aggregates to the transmission and specific gravity of every reason in the general amount of breakages are set.

Keywords: reliability, open-pit dump-trucks, hydromechanical transmission, causes of failure.