

УДК 629.113
UDC 629.113

Ю.А. Монастирський¹, І.В. Бондарь², А.С. Вівчарик¹, А.В. Гальченко¹

¹ДВНЗ «Криворізький національний університет»,

²Сервісний торгово-логістичний центр «БЕЛАЗ-УКРАЇНА»

**НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ АГРЕГАТІВ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ
ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 45 Т ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ГАРЯЧИХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНИХ
ШЛАКІВ**

На основі статистичних даних встановлені числові показники основних причин виходу з ладу карданних валів, гідромеханічної передачі та заднього ведучого мосту гідромеханічних трансмісій кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 45 т виробництва «БелАЗ» на металургійному підприємстві при перевезенні сталеплавильних шлаків які мають температуру до 800⁰С. Виконано порівняння з середніми по Україні показниками напрацювання на відмову агрегатів трансмісії і показано як відрізняється питома вага кожної з причин в залежності від температурних умов експлуатації.

Ключові слова: кар'єрний самоскид, сталеплавильні шлаки, вузли та агрегати трансмісії, надійність роботи.

Ю.А. Монастырский¹, И.В. Бондарь², А.С. Вивчарык¹, А.В. Гальченко¹

¹ДВНЗ «Криворожский национальный университет»,

²Сервисный торгово-логистический центр «БелАЗ-УКРАИНА»

**НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 45 Т ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГОРЯЧИХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ
ШЛАКОВ.**

На основе статистических данных установлены числовые показатели основных причин выхода из строя карданных валов, гидромеханической передачи и заднего ведущего моста гидромеханических трансмиссий карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 45 т производства «БелАЗ» на металлургическом предприятии при перевозке сталеплавильных шлаков которые имеют температуру до 800⁰С. Выполнено сравнение со средними по Украине показателями наработки на отказ агрегатов трансмиссии и показано как отличается удельный вес каждой из причин в зависимости от температурных условий эксплуатации.

Ключевые слова: карьерный самосвал, сталеплавильные шлаки, узлы и агрегаты трансмиссии, надежность работы.

Yu. Monastirskiy¹, I. Bondar², A. Vivcharik¹, A. Galchenko¹

**THE RELIABILITY OF THE AGGREGATES QUARRY DUMP TRUCKS WITH
CARRYING CAPACITY OF 45 TONS DURING TRANSPORTATION OF THE HOT STEEL-
MAKING SLAG.**

The numerical values of the major causes of failure of cardan shafts, hydromechanical transmission and rear axle hydromechanical transmissions of career dump trucks with carrying capacity of 45 t the production of "BelAZ", which used at the transportation of steel slags with a temperature up to 800⁰S at metallurgical plant, based on the statistical data are determined. The comparison with the average for Ukraine indicators MTBF of the drive components and shows how different the weight of each reason depending on the temperature conditions.

Keywords: dump truck, steel slag, components and assemblies of transmission, reliability.

Вступ. Металургійна галузь країни є одним з основних постачальником валютних надходжень держави, тому питання вдосконалення ефективності роботи її структур є актуальним. На території України працюють 19 великих металургійних комбінатів та заводів. На кожному з них в структурі основного металургійного виробництва є шлакове господарство, яке забезпечує переробку та утилізацію шлаків. Для транспортування шлаків зі шлакового двору, що розташовується, як правило, в центральній частині підприємства на шлакопереробку, що розташовується на периферії земельного відводу використовуються кар'єрні автосамоскиди виробництва холдингу «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» вантажопідйомністю 30 та 45 т. Застосування таких машин обумовлюється наявністю негабаритних шлако-металевих брил вагою до 3-5 т які складно навантажувати та перевозити в автосамоскидах загального користування. Температура шлаків складає від 300 до 800⁰С, довжина їздки з вантажем - від 2 до 10 км, тому за час транспортування, який може досягати однієї години, транспортний засіб нагрівається і умови експлуатації машин суттєво відрізняються від базових. Завод-виробник разом з автогосподарствами постійно працюють над підвищення надійності роботи машин [1], тому дослідження пов'язані з встановленням причин та розробці заходів зменшення виходів з ладу вузлів та агрегатів

самоскидів є необхідними для вдосконалення, як конструкції машин, так і для підвищення ефективності технічного сервісу.

Аналіз основних досягнень і літератури. Публікацій по питанням надійності роботи кар'єрних самоскидів в Україні практично немає, із останніх робіт слід відзначити напрацювання [2, 3] щодо визначення надійності роботи агрегатів кар'єрних автосамоскидів за даними офіційного представника заводу-виробника в Україні. Встановлені показники характеризують середні напрацювання у цілому по підприємствам держави та можуть слугувати свого роду орієнтовними середніми значеннями напрацювання на відмову та базою порівняння для виявлення елементів машин, які мають не типове походження, характерне для конкретних умов експлуатації. Дослідженням роботи кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 30 т які працюють в умовах металургійного виробництва займалися у Приазовському університеті [4, 5], в них встановлено, що тільки для кузова та задніх приладів освітлення і сигналізації температура влітку перевищує межі рекомендовані заводом-виготовлювачем. При цьому визначалися значення температури в окремих точках самоскидів при перевезенні шлаків з максимальною температурою до 300⁰С, в умовах що розглядаються в даній статті температура шлаків досягає 800⁰С, тому означені роботи мають певний методичний інтерес, але їх результати не можуть бути використані навіть в якості бази для порівняння.

Мета досліджень, постановка задачі. Метою роботи є встановлення числових показників основних причин виходу з ладу кар'єрних самоскидів, які перевозять гарячі сталеплавильні шлаки в умовах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (АМКР), які будуть використані для наукового обґрунтування вибору експлуатаційних матеріалів і коригування нормативів планових технічних дій по відновленню та підтриманню працездатного стану машин в процесі експлуатації. Для досягнення поставленої мети, на основі фактичного статистичного матеріалу, необхідно визначити ймовірності виходу з ладу основних вузлів та агрегатів і виконати порівняльний статистичний аналіз надійності роботи кар'єрних самоскидів БелАЗ серій 7547 вантажопідйомністю 45 т, які працюють в умовах металургійного виробництва та усереднених умовах підприємств України.

Матеріали досліджень. Вихідними даними для досліджень були дані ПАО «АрселорМіттал Кривий Ріг» та сервісних підприємств ТОВ «Кривбас-БелАЗ-Сервіс СП» і СТЛЦ «БелАЗ-Україна». На металургійному комбінаті дані взяті з карток виконання ремонту кар'єрних самоскидів і карток виходу з ладу вузлів та агрегатів, а на сервісних підприємствах - по статистичним даним, які постійно збираються та оновлюються, у тому числі кількості поставлених на підприємства запасних частин, пробіги та напрацювання автосамоскидів.

Результати досліджень. У вибірці для аналізу відмов основних агрегатів трансмісії за 3 роки потрапило 1805 випадків з сервісних підприємств та 288 з АМКР. Середні значення напрацювань на відмову складових гідромеханічної трансмісії складають від 43 до 95 тис. км по Україні та від 33 до 75 тис. км в умовах АМКР. Надійність роботи агрегатів самоскидів, які працюють при перевезенні гарячих шлаків, нижче на 9-11 % у карданних валів та практично на чверть у гідромеханічної передачі та задніх мостів (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Середнє напрацювання на відмову агрегатів трансмісії

АГРЕГАТИ	по Україні	при перевезенні шлаків (АМКР – шлак)
карданний вал гідромеханічної передачі, тис. км	71,14	63,12
гідромеханічна передача, тис. км	43,95	33,56
карданний вал заднього мосту, тис. км	62,23	56,21
задній міст, тис. км	95,46	74,68

Аналіз відмов гідромеханічної передачі показує, що загалом спостерігається 15 основних причин які означені заводом-виготовлювачем у керівництвах з ремонту (див. рис. 1): 1 - Гідротрансформатор не розблокується при частоті обертання двигуна 1500 об /хв, 2 - Гідротрансформатор не розблокується при перемиканні ступенів, 3 - Гідротрансформатор не блокується при максимальній швидкості самоскида, 4 - Різко зменшується тиск масла в головній гідролінії при включенні ступені, 5 - Не вимикається гальмо-сповільнювач, 6 - Самоскид рухається при нейтральному положенні важеля пульта управління, 7 - Швидкість самоскида не відповідає включеній ступені, 8 - Викидання масла через сапун, 9 - Горить лампа аварійного тиску масла в

системі змащення при частоті обертання двигуна понад 1000 об / хв, 10 - Тиск масла в головній гідролінії при мінімальній частоті обертання двигуна менше необхідного на 0,2 МПа і більше, 11 - Відсутній тиск масла в головній гідролінії при нейтральному положенні важеля пульта управління, 12 - Стуки при ввімкненні ступенів передач, 13 - Різко збільшується температура масла при русі самоскида на горизонтальній ділянці, 14 - Не вмикається гальмо-сповільнювач, 15 - Не вмикається ступінь коробки передач.

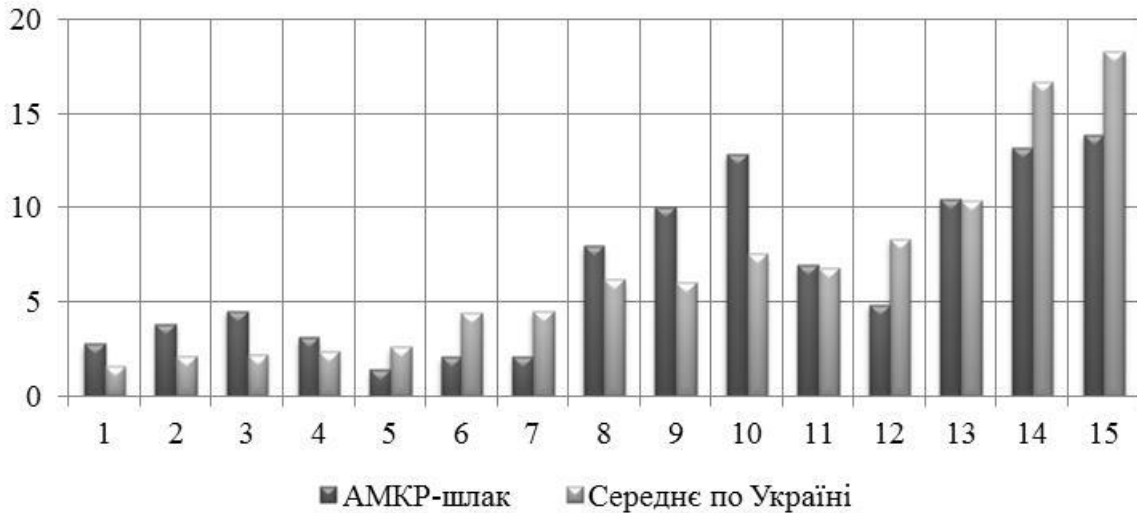


Рис. 1 – Питома вага різних причин виходу з ладу гідромеханічних передач, 1, 2, ... 15 – причини згідно переліку.

Аналіз рис.1 показує що існують суттєві розбіжності у питомій вазі різних причин виходу з ладу для машин що працюють при перевезенні гарячих шлаків та середніх по Україні. Незважаючи на те, що при експлуатації самоскидів не спостерігається суттєве перевищення робочих температур, елементи трансмісії в яких гідравлічне мастило є одним з складових робочого процесу чи робочим тілом виходять з ладу частіше на кар’єрних самоскидах що працюють в умовах металургійного виробництва. Найбільш суттєва різниця по причинах 1-3 та 8-10, перша група стосується гідротрансформатора, а друга – тиску масла в системах гідромеханічної передачі.

Найбільше за абсолютними значеннями кількості відмов стосується не нормативної зміни тиску масла (табл.2), на частку яких припадає практично половина від всіх відмов (51,39 % проти 39,25 %). Відмови роботи гідротрансформатора зросли майже вдвічі (з 6,30 % до 11,11 %), але якщо врахувати у загальній кількості виходів з ладу це не є визначальним. Відповідно, питома вага виходу з ладу коробки передач зменшилася з 35,24 % до 22,92 %, але абсолютна кількість відмов зосталась на тому ж рівні.

Таблиця 2 – Питома вага відмов елементів трансмісії, %

ЕЛЕМЕНТ	по Україні	AMKP – шлак
гідротрансформатор	6,30	11,11
гальмо-сповільнювач	19,20	14,58
масляна система	39,26	51,39
коробка передач	35,24	22,92

Як і загалом по Україні, карданні вали на кар’єрних автосамоскидах в умовах AMKP виходять з ладу по 9 причинам: 1 - Деформовані деталі карданного валу або втрачені балансувальні пластини; 2 - Зношені деталі карданних шарнірів; 3 - Зношене шліцьове з’єднання карданного валу; 4 - Порушена співвісність і паралельність осей ведучого валу гідромеханічної передачі і колінчастого валу двигуна більше допустимих значень; 5 - Ослаблені болти кріплення кришок карданного валу; 6 - Зруйновано голчасті підшипники, зношені деталі шліцьового з’єднання карданного валу; 7 - Ослаблено кріплення болтів карданного валу до фланців

гідромеханічної передачі або головної передачі ведучого моста; 8 - Зношені гумові втулки; 9 - Зношені деталі пружної муфти (див. рис. 2).

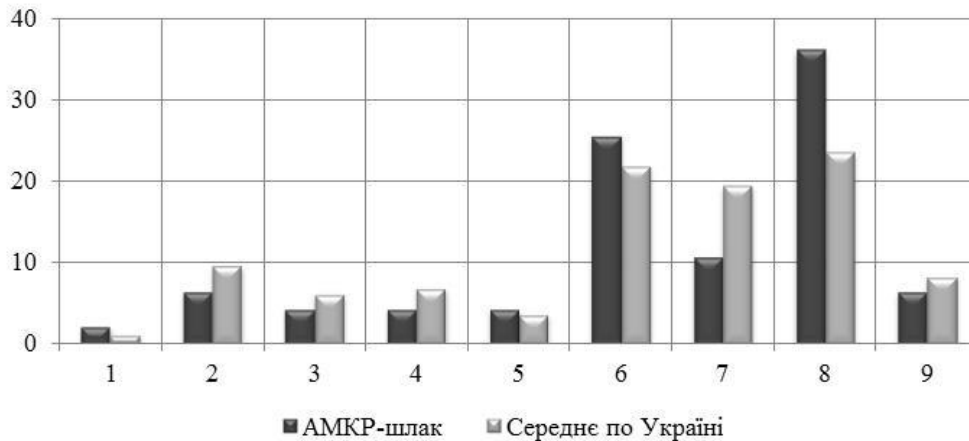


Рис. 2 – Питома вага різних причин виходу з ладу карданних валів, 1, 2, 3, ...9 – причини згідно переліку.

Найчастіше з ладу на карданних валах виходять з ладу гумові втулки (практично третина всіх виходів з ладу) що може бути обумовлено, в першу чергу, нагріванням та відповідно руйнуванням від температур гуми. Друга за кількістю причин - руйнування голчастих підшипників та зношування деталі шліцьових з'єднань (четверта частина відмов) пояснюється витікання мастила з вузлів тертя і роботи вузла без мащення.

Основною причиною виходу з ладу заднього мосту самоскидів, що перевозять гарячі сталеплавильні шлаки (рис.3), є падіння рівня мастила нижче гранично допустимого, на долю якої припадає третина всіх відмов, у той же час при експлуатації самоскидів в середніх умовах на цю причину приходиться лише п'ята частина відмов мостів. В той же час, цілком логічним є зростання питомої ваги зносу або пошкодження шестерень за відсутності масла в парі тертя. До непрацездатного стану заднього мосту також призводить зміщення плями контакту в головній передачі у бік широкої чи вузької частини зубів веденої шестірні, що обумовлюють підвищений шум при русі самоскида (перші дві причини виходу з ладу заднього мосту рис.3), питома вага цих причин при різних умовах експлуатації відрізняється практично в два рази, але ця різниця обумовлена не фізичними причинами, а зростанням питомої ваги інших причин виходу з ладу заднього мосту, пропорція між першою та другою причинами залишається такою ж самою.

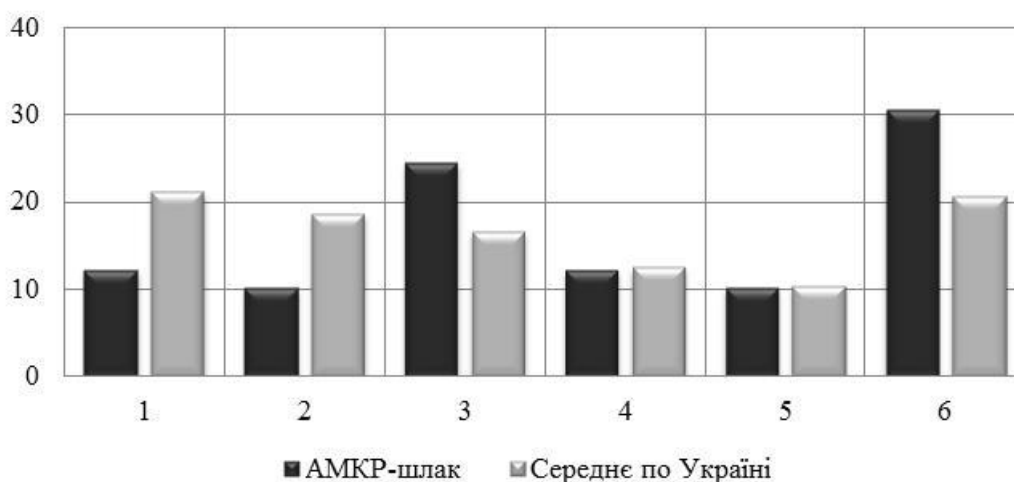


Рис. 3 – Питома вага різних причин виходу з ладу заднього мосту,

1 - Пляма контакту в головній передачі зміщена у бік широкої частини зубів веденої шестірні; 2 - Пляма контакту в головній передачі зміщена у бік вузької частини зубів веденої шестірні; 3 - Знос або пошкодження шестерень головної передачі; 4 - Ослаблені кріплення ведучої шестерні головної передачі; 5 - Зазори в підшипниках ведучої шестірні і

диференціала більше допустимих; 6 - Рівень масла в головній передачі нижче гранично допустимого.

Висновки. Виконані дослідження по подальшому розвитку наукових знань з числових показників надійності роботи агрегатів трансмісії кар'єрних автосамоскидів, що працюють при перевезенні гарячих сталеплавильних шлаків, довели необхідність враховувати в методиці корегування нормативів на виконання технічних обслуговувань та ремонтів машин температурних показники вантажів, що перевозяться. Також підтверджується теза про необхідність використання більш густіших мастил при перевезенні гарячих вантажів.

Перелік посилань:

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. Монастирський Ю.А. Визначення надійності роботи агрегатів гідромеханічних трансмісій кар'єрних самоскидів / Монастирський Ю.А., Гальченко А.В. // Вісник СевНТУ. – 2013. – Вип. 142. – С. 57-60. (Серія: Машиноприладобудування та транспорт).
4. Монастирський Ю.А. Статистичний аналіз причин виходів з ладу гідромеханічних трансмісій кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 30-45 т / Монастирський Ю.А., Гальченко А.В. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. — 2013. – № 30 (1003). – С. 95-99. (Серія: Автомобіле- та тракторобудування).
5. Исследование температурного режима эксплуатации большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7540 на технологических перевозках высокотемпературных сталеплавильных шлаков / В.Э. Парунакян, М.В. Помазков, В.В. Ступак, Ю.В. Артамонова // Захист металургійних машин від поломок: зб. наук. пр. /ПГТУ. – Маріуполь, 2006. – Вип. 9. – С. 110–117.
6. Парунакян В.Э. Оценка влияния основных технико-эксплуатационных показателей на срок службы большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7540 / В.Э. Парунакян, Ю.В. Артамонова // Вісник Приазовського державного технічного університету: збірник наукових праць. – Маріуполь, 2007. – Вип. 17. – С. 189–192.

Стаття надійшла в редакцію 20.04.2016