

ют или опробованы при обогащении, каолина, диатомита, талька, вермикули-
товой руды, слюды, регенерации дробеструйных отходов, отходов кабельной
и резинотехнической промышленности, электронного лома, вольфрамо мо-
либденовых руд, золоотвалов и др.

В подготовительных процессах обогащения воздушные классификаторы
могут быть использованы для фракционирования, обеспыливания, сушки или
нагрева сырья с целью оптимизации последующих процессов сухого (элек-
тростатического, магнитного) или мокрого процессов обогащения.

УДК 629.114:622.271

Ю.А. МОНАСТИРСКИЙ, канд. техн. наук, доц.,
Криворізький технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКІДІВ

Розроблена математична модель функціонування кар'єрних автосамоскидів та
представлені ймовірності знаходження кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомніс-
тю 30 т та 130 т в різних станах функціонування, теоретичні, фактичні та прогнозні.

Разработана математическая модель функционирования карьерных автосамо-
свалов и представлены вероятности нахождения карьерных автосамосвалов грузо-
подъемностью 30 т и 130 т в разных состояниях, теоретические, фактические и про-
гнозные

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.
Ефективне функціонування кар'єрних автосамоскидів в автогосподарствах з
боку заводу-продуцента, крім конструктивних та технологічних вдоскона-
лень на заводі, забезпечується створенням умов для підвищення надійності
роботи вузлів та агрегатів, окремих машин та парків в цілому. До цих умов
слід віднести постачання оригінальними запасними частинами, проведення
технічних обслуговувань та ремонтів силами спеціалізованих сервісних
центрів та надання прав на проведення на території іншої держави капіталь-
них ремонтів вузлів та агрегатів машин.

На роботу парку машин окремого автогосподарства впливає значна кі-
лькість чинників, у тому числі: технічні, технологічні, організаційні, соціальні,
дорожньо-кліматичні та інші. Дія сукупності факторів приводить до того,
що надійність роботи машини та парку таких же самих машин не співпадає.
При цьому між надійністю роботи окремої машини та парку існують суттєві
розбіжності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання надійності роботи
автомобілів загального користування розглядаються постійно, для кар'єрних
автосамоскидів існують роботи [1, 2] в яких висвітлюються окремі питання
надійності машин без врахування сумарної надійності парку.

Постановка задачі. Надійність середньосписочного автомобіля з достатньою точністю характеризує коефіцієнт технічної готовності, але він дає узагальнену характеристику, а для умов фірмового сервісного обслуговування це є на сьогодні недостатнім, в зв'язку з чим і стає необхідним спочатку розглянути питання надійності роботи окремого кар'єрного автосамоскиду.

Викладення матеріалу та результатів. В основі моделей надійності роботи автомобілів загального користування та їх парків лежить граф станів машини, яких характеризує переходи між різними можливими станами машин при прийнятій системі технічного обслуговування та ремонту.

Система технічного обслуговування, діагностування і ремонту кар'єрних автосамоскидів БелАЗ передбачає наступні сім видів технічних дій, таким чином для кар'єрних автосамоскидів виробництва ВАТ «БелАЗ» можливі вісім станів: роботоздатний стан, щоденне технічне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), третє технічне обслуговування (ТО-3), перший плановий ремонт (ПР-1), другий плановий ремонт (ПР-1), поточний ремонт (ПР). Переходи кар'єрного автосамоскида з одного стану чітко регламентуються у відповідності напращуванням, але поточний ремонт проводиться винятково по потребі і практично не прогнозується, тому можливо скласти граф станів кар'єрних автосамоскидів та переходів між станами та відповідно графу скласти математичну модель.

Модель функціонування одного кар'єрного автосамоскида в автогосподарстві повинна враховувати всі вісім його станів. Переходи кар'єрного автосамоскида з i -го стану в j -й, де $i, j = 1 \dots 8$, характеризується інтенсивністю потоку подій $\lambda_{i,j}(t)$. Якщо в заданий проміжок часу t кар'єрний автосамоскид знаходиться в означеному стані i , то через проміжок часу dt він може опинитися в іншому стані з вірогідністю $\lambda_{i,j} dt$, залишитися в цьому стані чи перейти в інший.

Стан кар'єрного автосамоскиду в будь-який проміжок часу характеризується однією функцією – інтенсивністю потоку подій, яка може бути виражена будь-якою ненегативною функцією часу. Якщо кар'єрний автосамоскид має вісім станів, то повною характеристикою його функціонування буде квадратна матриця інтенсивностей порядку 8×8 , в цій матриці $\lambda_{i,i} = 0$.

Матриця інтенсивностей дозволяє описати процес функціонування кар'єрного автосамоскиду диференціальними рівняннями А.М.Колмогорова у тому випадку, коли швидкість переходу з одного стану в інший достатньо велика. Таким чином система рівнянь, в якій шуканими є ймовірності $P_i(t)$ знаходження кар'єрного автосамоскиду в одному з восьми станів буде мати вид:

$$\begin{aligned} \frac{dP_i(t)}{dt} = & -(\lambda_{i2} + \lambda_{i6} + \lambda_{i8}) \cdot P_i(t) + \lambda_{21} \cdot P_2(t) + \lambda_{31} \cdot P_3(t) + \lambda_{41} \cdot P_4(t) + \lambda_{51} \cdot P_5(t) + \\ & + \lambda_{61} \cdot P_6(t) + \lambda_{71} \cdot P_7(t) + \lambda_{81} \cdot P_8(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{dP_2(t)}{dt} &= -(\lambda_{28} + \lambda_{23}) \cdot P_2(t) + \lambda_{12} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= -(\lambda_{31} + \lambda_{34} + \lambda_{38}) \cdot P_3(t) + \lambda_{23} \cdot P_2(t) \\ \frac{dP_4(t)}{dt} &= -(\lambda_{41} + \lambda_{45} + \lambda_{48}) \cdot P_4(t) + \lambda_{34} \cdot P_3(t) \\ \frac{dP_5(t)}{dt} &= -(\lambda_{51} + \lambda_{56} + \lambda_{58}) \cdot P_5(t) + \lambda_{45} \cdot P_4(t) \\ \frac{dP_6(t)}{dt} &= -(\lambda_{61} + \lambda_{67}) \cdot P_6(t) + \lambda_{56} \cdot P_5(t) + \lambda_{16} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_7(t)}{dt} &= -(\lambda_{71}) \cdot P_7(t) + \lambda_{67} \cdot P_6(t) \\ \frac{dP_8(t)}{dt} &= -(\lambda_{81}) \cdot P_8(t) + \lambda_{18} \cdot P_1(t) + \lambda_{28} \cdot P_2(t) + \lambda_{38} \cdot P_3(t) + \lambda_{48} \cdot P_4(t) + \lambda_{58} \cdot P_5(t)\end{aligned}$$

В даній роботі застосований метод імітаційного моделювання, що використовується для визначення надійності функціонування складних технічних систем які складаються з декількох компонентів, часи визначеного стану яких розподілені за різними ймовірнісними законами. При розв'язанні системи рівнянь отримані табличні значення ймовірностей знаходження кар'єрного самоскиду вантажопідйомністю 30 т та 130 т в кожному з восьми станів (табл. 1).

Таблиця 1

Ймовірності знаходження кар'єрного автосамоскиду в різних станах

Стан машини Вантажопідйомність	ЩО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ПР-1	ПР-2	ПР	Працездатний стан
30 т	0,0497	0,0146	0,0196	0,0142	0,0255	0,0274	0,0451	0,8039
130 т	0,0455	0,0175	0,0252	0,0165	0,0439	0,0383	0,0777	0,7356

Аналіз встановлених закономірностей показує, що ймовірність та час знаходження кар'єрного автосамоскиду в планових технічних діях практично не змінюється протягом терміну експлуатації, а змінюються лише для поточного ремонту та відповідно працездатного стану. На початку експлуатації машини спостерігається збільшення переходів з працездатного стану до поточного ремонту, що обумовлюється первинним припрацюванням та виявленням заводських недоліків, в подальшому, близько 70 % часу машина працює стабільно. На при кінці терміну експлуатації спостерігається лавинне збільшення потоку відмов та частіші переходи з працездатного стану до поточного ремонту.

Аналіз розподілу ймовірності знаходження кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 30 т та 130 т в працездатному стані, в різний час роботи з початку експлуатації та у порівнянні з фактичними даними гірничих підприємств України показує наступне (рис. 1).

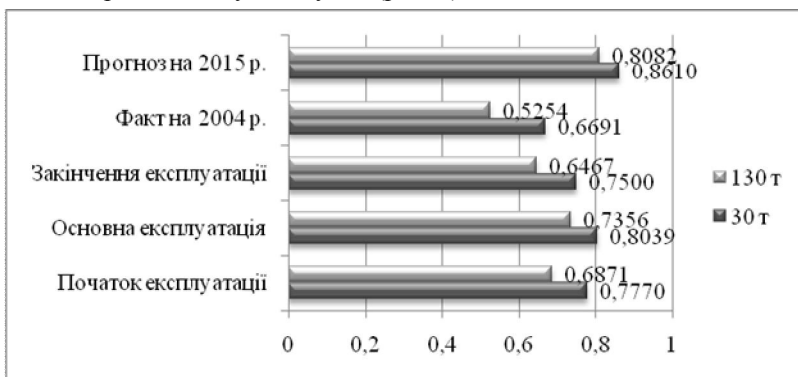


Рис. 1. Показники ймовірностей працездатного стану кар'єрних автосамоскидів в різний час експлуатації, фактичні та прогнозовані

Для машини вантажопідйомністю 30 т теоретична ймовірність працездатного стану найвища в середині терміну роботи і знаходиться на рівні 0,80, що в 1,3 рази вище за фактичні, при цьому теоретичне значення ймовірності поточного ремонту в 4,5 рази менше фактичних. Це, а також аналіз фактичних причин простоїв кар'єрних автосамоскидів в автогосподарствах (БАТ «Інгuleцький ГЗК, БАТ «Північний ГЗК», БАТ «Центральний ГЗК», БАТ «Докучаєвський ФДК», ТЗВ «Промтехтранс», ДП «Закупнянський кар'єр» та інші) доводить необхідність зменшення простоїв.

Аналогічним чином були отримані результати для кар'єрних автосамоскидів БелАЗ-75131 вантажопідйомністю 130 т, у порівнянні з машинами вантажопідйомністю 30 т встановлено, що поточний ремонт займає практично в 2 рази більше часу.

Встановлені величини працездатного стану на сьогодні є замалими, враховуючи показники роботи машин фірм Катерпіллар та Комацу, тому необхідно вдосконалювати як якість машин, так і їх технічний сервіс. Якістю машин займається завод-продуцент і одним зі шляхів в цьому напрямку є перехід зі зварних рам на литозварні, модернізація двигунів, впровадження систем централізованого мащення та інші. Вдосконалення сервісу конче необхідно. Досвід компанії «КА Технокомплект» показує можливість при застосуванні повного сервісного обслуговування кар'єрних автосамоскидів силами сервісних центрів зменшення часу простоїв в технічному обслуговуванні на 25...30 % та ремонті на 40...45 %.

Висновки. Якщо врахувати означені результати то після впровадження в Україні повного сервісного (прогнозовано на кінець 2015 р.) будуть отримані розподіли ймовірностей знаходження кар'єрного самоскиду в різних

станах з максимальними значеннями працездатного стану. Впровадження технічного сервісу забезпечить підвищення ймовірності працездатного стану кар'єрних автосамоскидів до рівня 0,80...0,86, що на 0,06 вище за нормативні показники заводу-продуценту та на 0,19...0,27 вищі за фактичні показники роботи машин у 2004 році (на початку впровадження фірмового сервісного обслуговування кар'єрних автосамоскидів БелАЗ в Україні).

Список літератури

1. **Кулешов А.А.** Управление ресурсом карьерных автосамосвалов / А.А. Кулешов, И.В. Зырянов, С.Ф. Пацианский // Горный журнал. -2003. -№1. -С. 52-56.
2. **Анистратов К.Ю.** Техническое обслуживание карьерной техники: современный уровень и перспективы развития / К.Ю. Анистратов // Горная промышленность. -2004. -№49. -С. 31-33.

УДК 622.619

Ю.С. РУДЬ, проф., И.С. РАДЧЕНКО, доц., В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преп.,
А.С. ТКАЧЕНКО, ассистент, Криворожский технический университет

О КОЛЕБАНИЯХ ГОРНЫХ МАШИН И ИХ ДЕТАЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ НАГРУЗОК

Исследованы колебания горных машин и их деталей, вызванных импульсной нагрузкой. Изучено влияние на характеристики колебаний формы импульса, его величины и частоты приложения.

Досліджено коливання гірських машин і їхніх деталей, викликаних імпульсним навантаженням. Вивчено вплив на характеристики коливань форми імпульсу, його величини й частоти додатка.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения размеров и скоростей современных машин. В этих условиях становится все более важным обеспечить в инженерных расчетах решение задач о колебаниях машин в целом и их деталей в отдельности. Известно, что только на основе теории колебаний можно полностью решить такие важные для практики проблемы, как уравнивание машин и их деталей, определение величины крутильных колебаний валов и зубчатых передач, турбинных лопаток, колебания рельсового пути и мостов под действием движущихся поездов, фундаментов и зданий при землетрясениях. Теория колебаний позволяет получить уравнения, которые вызывают такие внутренние параметры колеблющейся системы как массу, жесткость, вязкость, величину внешнего и внутреннего трения. Это означает, что применяя теорию колебаний можно теоретически установить наиболее удачные пропорции машины и ее частей, которые в данных эксплуатационных условиях не приведут к возникновению больших динамических нагрузок, а, следовательно, к дополнительному износу. Эти уравнения позволяют