

УДК 622.684(100+477)

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОСАМОСКІДІВ З ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ НА КАР'ЄРАХ СВІТУ ТА УКРАЇНИ

С.В. Філатов, доцент, к.т.н.,
ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»

***Анотація.** Розкрито проблему оптимізації автомобільного транспорту на кар'єрах та переваги його застосування перед залізничним транспортом. Надано тягово-швидкісну характеристику великовантажного кар'єрного автосамоскида COMATSU HD-1200 та БелАЗ-7512. Розкриті технічні умови для комплекту тягового обладнання залежно від профілю кар'єрної автодороги задля якісної експлуатації великовантажних кар'єрних автосамоскидів.*

***Ключові слова:** кар'єрний автосамоскид, тягово-швидкісна характеристика, коефіцієнт опору кочення, технічні умови.*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ НА КАРЬЕРАХ МИРА И УКРАИНЫ

С.В. Филатов, доцент, к.т.н.,
ГВУЗ «Криворожский государственный педагогический университет»

***Аннотация.** Раскрыта проблема оптимизации автомобильного транспорта на карьерах и преимущества его применения перед железнодорожным транспортом. Предоставлена тягово-скоростная характеристика большегрузного карьерного автосамосвала COMATSU HD-1200 и БЕЛАЗ-7512. Раскрыты технические условия для комплекта тягового оборудования в зависимости от профиля карьерной автодороги для качественной эксплуатации большегрузных карьерных автосамосвалов.*

***Ключевые слова:** карьерный автосамосвал, тягово-скоростная характеристика, коэффициент сопротивления качению, технические условия.*

THE PROSPECTS OF APPLICATION OF HEAVY-LOAD DUMP TRUCKS WITH ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION ON PITS OF THE WORLD AND UKRAINE

S. Filatov, associate professor, cand. eng. sc.,
GHEI «Kryvyi Rih State Pedagogical University»

***Abstract.** The problem of optimization of a road transport on pits is opened; the benefits of its application before a railway transport are given. The traction and high-speed characteristic of a heavy-load rock dump truck of COMATSU HD-1200 and BELAZ-7512 is provided. The specifications for a set of the traction equipment are opened depending on a profile of the career highway for high-quality operation of heavy-load rock dump trucks.*

***Key words:** rock dump truck, traction and high-speed characteristic, coefficient of resistance to rolling, specifications.*

Вступ

Найбільш поширеним видом транспорту на відкритих гірничих роботах є автомобільний.

Перевага автомобільного транспорту – це висока маневреність і мобільність, що особливо виявляється в складних умовах експлуатації родовищ. Маневреність полягає у

спроможності швидкого, гнучкого переміщення, вивертання, установки в зручне для навантажування і розвантажування положення, можливості здійснення поворотів у межах обмеженої площі. Мобільність характеризується високою рухливістю, простотою перенесення місць навантаження і розвантаження, швидким приведенням у робочий стан, можливістю заміни окремих машин у випадку їхньої несправності під час роботи, незалежність від ліній живлення енергією.

Аналіз досліджень та публікацій

Так, у США залізничний транспорт був цілком виведений із кар'єрів компанії «Ірі Майнінг», де він використовувався протягом 21 року, у кар'єрі «Мінтак», штат Міннесота, де передбачалось використання потягів, що безпосередньо подаються під навантаження в екскаваторні забої, у даний час застосовують великовантажні кар'єрні автосамоскиди. На кар'єрах цих компаній були реконструйовані дороги з тим, щоб по ним могли переміщатися великовантажні автосамоскиди вантажопідйомністю 70 і більше тонн.

У силу зазначених переваг – високої мобільності, маневреності, автономності й універсальності в експлуатації автотранспорт особливо широко застосовується на кар'єрах. Найбільшого розвитку він набув на кар'єрах США, Канади, Латинської Америки, Австралії. На кар'єрах США більше 85 % гірської маси перевозиться великовантажними кар'єрними автосамоскидами. Кар'єри Бразилії, Мексики, Австралії, Південної Африки використовують виключно автосамоскиди, в чому значну роль відіграє успішний розвиток автомобілебудування великовантажних кар'єрних автосамоскидів.

Усього кількість фірм, що випускає великовантажні кар'єрні автосамоскиди, складає близько 60. Основна частка їх припадає на США, Канаду, Японію, Швецію, Австрію, Швейцарію, Білорусію, Великобританію, Францію. Причому 75% від загальної кількості припадає на США.

Більшість діючих кар'єрів Австралії, Африканського і Південноамериканського континентів здійснюють розробку родовищ виключно із застосуванням автомобільного транспорту. Серед цих підприємств найбільш значними є залізрудні кар'єри Австралії

«Роуб Рівер», «Маунт Уелбек», «Ньюмен», «Раунд-Маунтінг» штат Новий Південний Уельс, на яких застосовується тільки автотранспорт, у Бразилії – «Каражас»; у Південній Африці - «Палабора», «Боуганвілл»; у США - «Ері Майнінг», «Резерв Майнінг», «Ігл Маунтінг», «Бінге», «Твінн Бьютс», «Піма», «Сієріта»; Канади – «Квебек-Лабрадор» та ін.

Також на кар'єрах особливо чіткою є тенденція до росту вантажопідйомності кар'єрних автосамоскидів. На рудних кар'єрах на даний час застосовуються в основному автосамоскиди вантажопідйомністю 100-150т. Великими партіями розпочато випуск автосамоскидів вантажопідйомністю 200 т. Це такі, як KOMATSU, KATERPILLAR, EUKLID, WABCO, HAULD PARK, DART, KU DART, TEREX та ін.

На кар'єрі «Ігл Маунтінг» у США були випробувані великовантажні кар'єрні автосамоскиди марки «TEREX TITAN 33-19» вантажопідйомністю 318 т. Проте, внаслідок значної довжини великовантажних кар'єрних автосамоскидів (близько 20 м), обумовленою колісною формулою 6 x 4, автосамоскиди мали низьку маневреність, що призвело до потреби мати робочі ділянки збільшених розмірів. Створювані великовантажні кар'єрні автосамоскиди мають ширину 6-7 м, радіус повороту близько 13-15 м, навантаження на вісь 60 тонн і більше. Для їхньої експлуатації потрібні спеціальні дороги шириною 24-38 м.

Ряд американських компаній штату Іллінойс у містах Чикаго і Детройт на заводі «AURORA» у лабораторії перспективних розробок великовантажних кар'єрних автосамоскидів під керівництвом Томаса Міллера працюють над створенням великовантажних кар'єрних автосамоскидів нового покоління вантажопідйомністю 350-700т. Фірма «CRISS» працює над конструкцією кар'єрного автосамоскида вантажопідйомністю 450-600т. із бічним розвантаженням, оснащеного 4-6 осями. Фірма «VICON MARIO» здійснила проектну розробку великовантажного кар'єрного автосамоскиду із двома розрізними осями вантажопідйомністю 450-700 т. Фірма «WABCO» проектує великовантажні кар'єрні автосамоскиди вантажопідйомністю 900 т. Фірма «TEREX» випустила три великовантажні кар'єрні автосамоскиди вантажопідйомністю 1000 т, що про-

ходять виробничі випробування в США, Канаді й Австралії.

Також ведуться роботи із вдосконаленням існуючих моделей кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 200-300 т, що є основним транспортом на найбільших кар'єрах у світі, тому що із ростом вантажопідйомності великовантажних кар'єрних автосамоскидів їх змінна продуктивність досягає продуктивності цілого локомотиво-потягу.

Гірниче бюро США констатує збільшення вантажопідйомності кар'єрних автосамоскидів, але при цьому не просліджується тенденція до збільшення питомої потужності двигуна. Вважається більш раціональним підвищення тягових якостей великовантажних кар'єрних автосамоскидів за рахунок удосконалення конструкції трансмісії, підвищення коефіцієнту корисної дії, а також за рахунок якісного утримання кар'єрних автодоріг і зниження енерговитрат на одиницю перевезеної продукції.

Постановка мети і завдань

Під оптимальним режимом руху кар'єрного автосамоскида з електромеханічною трансмісією розуміють комплекс технологічних, технічно-експлуатаційних й організаційних факторів, що забезпечують найбільшу ефективність автосамоскида в окремих гірничо-технічних умовах експлуатації з мінімальними витратами і собівартістю транспортування.

Викладення матеріалу і результати

До технологічних факторів відносяться: схеми вантажопотоків в кар'єрі, відповідні напрямки руху з вантажем, висота підйому й спуску вантажу, види навантажувально-розвантажувальних засобів та схеми маневрів кар'єрних автосамоскидів на кінцевих пунктах маршруту у екскаватора або ж на відвалах, складах, рудоспусках.

До технічно-експлуатаційних факторів відносяться: конструктивно-експлуатаційні параметри великовантажних автосамоскидів й дорожні умови, що визначають швидкість руху на різноманітних ділянках траси.

До організаційних факторів належать змінність роботи автосамоскидів за добу, термін

заправки машин паливом, передача та прийом зміни.

Під оптимальним режимом роботи великовантажного кар'єрного автосамоскида при виконанні транспортного циклу розуміють такі, при яких швидкість руху повинна враховувати й мінімальні витрати палива на одиницю транспортної роботи, оптимальні режими двигуна й трансмісії та безпеку руху.

В експлуатаційних умовах режим роботи автомобільного двигуна визначається багатьма факторами, які характеризують конструктивні особливості автомобіля, дорожні умови, кваліфікацію водія, умови руху автомобіля в транспортному потоці, кліматичні умови та інші. Під дією цих факторів режим роботи автомобільного двигуна безперервно змінюється. І лише в тих випадках, коли розглядається невеликий проміжок часу, можна вважати, що режим роботи двигуна сталий. У залежності від впливу різних факторів потужність двигуна, необхідна для руху автомобіля, змінюється в широких межах. Із теорії руху автомобіля відомо, що необхідна для руху автомобіля тягова потужність на ведучих колесах, без урахування буксування, визначається, як сума потужностей опорів: кочення, підйому, повітря та розгону.

В експлуатаційних умовах потужності опорів можуть змінюватись в широких межах, що й визначає можливі значні зміни в навантаженні двигуна.

Аналіз показав, що електромеханічна трансмісія, яка використовується на великовантажних кар'єрних автосамоскидах, дозволяє дизельному двигуну робити у тяговому режимі з постійним, близьким до номінального навантаженням при різноманітних опорах руху.

Таким чином, режими роботи автомобільного двигуна в умовах експлуатації різноманітні і показники автомобіля будуть залежати від показників двигуна на цих режимах. Для того, щоб знати ці показники двигуна на різних режимах, а також вплив регульовальних параметрів систем на них, визначають різноманітні характеристики двигуна. Характеристиками двигуна називаються графічні залежності основних показників його роботи від параметрів, що характеризують режими або умови його роботи.

Дизельні двигуни, що використовуються для приводів електричних генераторів і компресорів повинні працювати так, щоб частота обертання валу при зміні навантаження по можливості не змінювалась. Тому роботу таких двигунів оцінюють по характеристикам, при яких використовується постійна частота обертання валу. Це тягові й навантажувальні характеристики дизельних двигунів. Залежність швидкості й потужності на колесах автосамоскида від загального опору кочення спостерігається на тяговій характеристиці, яка приведена на (рис.1). На тяговій

характеристиці кар'єрного автосамоскида KOMATSU HD-1200 та БелАЗ-7512 по осі абсцис відкладають один з параметрів, по якому судять про навантаження, а по осі ординат - показники роботи двигуна. В якості параметрів, що характеризують навантаження двигуна, може бути використана ефективна швидкість, а в якості параметрів, що характеризують показники роботи двигуна, може бути використана потужність на колесі великовантажного кар'єрного автосамоскида та його загальний опір руху.

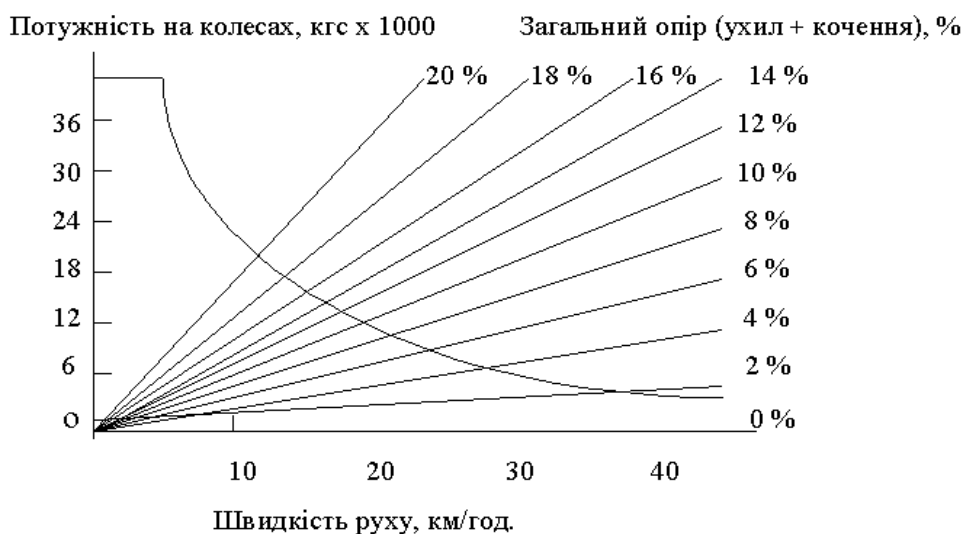


Рис. 1. Тяговошвидкісна характеристика кар'єрного автосамоскида KOMATSU HD-1200, БелАЗ-7512.

З тягово-швидкісної характеристики видно, що при зниженні загального опору кочення, підніметься швидкість руху великовантажного кар'єрного автосамоскида, що теж буде позитивно впливати на продуктивність його роботи.

Висновки

Зі збільшенням глибини кар'єру кількість похилих ділянок автодоріг буде зростати, що негативно вплине на швидкість та продуктивність великовантажних автосамоскидів, тому що для виконання об'ємів перевезень необхідно буде витратити більшу потужність двигуна і використовувати цю потужність на максимальних режимах.

Зменшення коефіцієнта опору кочення великовантажного кар'єрного автосамоскида при застосуванні поперечного профілю автодороги дасть можливість звільнити частину потужності двигуна, яка і буде додатково вико-

ристовуватися для оптимізації режиму роботи.

Так, наприклад, за діючими технічними умовами на повний комплект тягового обладнання для великовантажного кар'єрного автосамоскида ТУ 16-739.105-82 повинно забезпечувати:

- тяговий режим з тривалою реалізацією динамічного фактору при повздовжньому ухилу кар'єрної автодороги у 65 %;
- із реалізацією 4-х хвилинного динамічного фактору при повздовжньому ухилі кар'єрної автодороги у 100 %;
- із реалізацією протягом 5-ти секунд динамічного фактору при повздовжньому ухилу кар'єрної автодороги до 220 %;
- безперервне електродинамічне гальмування порожнього автосамоскида, а також підгальмування протягом 1-1,5 хвилин завантаженого автосамоскида зі швидкістю 20-30 км/год. на ухилі у 80 %. Враховуючи загальновідомий стан парку технологічного кар'єрного

обладнання, включаючи автотранспорт, амортизація якого на більшості кар'єрів України становить від 60% до 90%, а також загальні тенденції до нарощування вантажопідйомності кар'єрних автосамоскидів, як виробниками, так і користувачами, можна стверджувати про неминучість оновлення цього парку і застосування нового покоління великовантажних кар'єрних автосамоскидів провідних світових виробників, вантажопідйомність яких складає від 110 до 350 тонн.

Таким чином, режими роботи великовантажних кар'єрних автосамоскидів у гірничотехнічних умовах експлуатації різноманітні, але всі вони залежать від показників опору кочення. Так на кар'єрах ПівніГЗКа, ЦГЗКа, Інгулецького ГЗКа та інших на сьогодні експлуатуються автосамоскиди з вантажопідйомністю 120-350т, що суттєво зменшує собівартість перевезень і дає можливість конкурувати залізородній сировині на міжнародному ринку залізної руди.

Також у Криворізькому державному педагогічному університеті на кафедрі загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання розпочаті дослідження щодо моделювання процесів руху кар'єрних автосамоскидів залежно від способів їх експлуатації, а також можливості зменшення їх опору руху при різних режимах роботи.

Література

1. Общее изложение по освоению моделей автосамосвалов HD-1200: Проспект / фирма "Komatsu", Япония, 2012. – 21 с.
2. Открытые горные работы // Труды Американского института горных инженеров, инженеров-металлургов и нефтяников / Под ред. Ю. П. Пфлейдера. – Москва : Недра, 1971. – 456 с.
3. Яковлев В. Л. Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров / В. Л. Яковлев. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 240 с.
4. Мельников Н. В. К решению научных и технических проблем глубоких карьеров / Н. В. Мельников, Б. В. Фадеев // Физико-технические горные проблемы : Сб. научн. тр. – Москва : Наука, 1971. – С. 5 – 10.
5. Жуков С. А. Состояние карьерного транспорта, пути его обновления и модернизации / С. А. Жуков, С. В. Филатов, В. С. Гирич // Гірнична електромеханіка та автоматика. – Дніпропетровськ : НГУ, 2002. – № 68. – С. 64-66.
6. Автомобильные двигатели / И. И. Тимченко, Ю. Ф. Гутаревич, К. С. Долганов, М. Р. Муджобаев; ред. И. И. Тимченка. – Харьков : Основа, 1995. – 464 с.

Рецензент: О.Б. Богаєвський, професор, д.т.н., ХНАДУ.