

СУЧАСНА ПІДГОТОВКА ОПЕРАТОРІВ КАР'ЄРНИХ САМОСКІДІВ

Монастирський Ю.А., Веснін А.В.
ДВНЗ "Криворізький національний університет"

Представлений опис створеного тренажера на основі кабіни кар'єрного самоскиду БелАЗ-7530 вантажопідйомністю 220 т, трьохступеневої електромеханічної платформи, програмного забезпечення та методичного матеріалу для підготовки і перепідготовки операторів кар'єрних самоскидів з електромеханічною трансмісією

Ключові слова: Технічні засоби навчання, тренажери, самоскид, БелАЗ.

Однією з важливих складових ефективності експлуатації кар'єрних самоскидів є майстерність оператора. В умовах поліпшення динамічних властивостей і постійного збільшення вантажопідйомності і пов'язаних з нею габаритів кар'єрних самоскидів, вимоги до майстерності їх управління зростають. Також висуваються нові вимоги, пов'язані з необхідністю приймати оптимальні рішення щодо стилю руху для оптимізації роботи, як за критерієм максимуму швидкості, так і за критерієм мінімуму витрати палива.

За дослідженнями авторів даної статті у різних операторів, що працюють на одному і тому ж самоскиді на одній і тій же трасі кар'єра відмінність за швидкості руху досягає 15 %, по продуктивності – 21 %, по питомій витраті палива – до 14 %, а на окремих трасах показники відрізняються до 30 % [1, 2, 3].

Первинна підготовка операторів на сьогодні проводиться на реальних самоскидах, на реальних трасах кар'єра і при помилках учня, може привести, як до трагічних наслідків зі значними фінансовими витратами, так і до порушення роботи всього технологічного циклу гірничих робіт кар'єра. Як показує динаміка зміни вантажопідйомності кар'єрних самоскидів, на великих кар'єрах країн СНД практично кожні 10 років відбувається ступеневу збільшення вантажопідйомності, що обумовлює необхідність у перепідготовці операторів кар'єрних самоскидів для роботи на машинах більшої вантажопідйомності. Сьогодні українські кар'єри, які експлуатують кар'єрні самоскиди вантажопідйомністю 130 т, переходять на машини вантажопідйомністю 220 т. Враховуючи, що оператор працює близько 30-40 років, то протягом роботи йому доводиться 4-5 разів змінювати вантажопідйомність машини і відповідно перенавчатися.

Підготовка операторів кар'єрних самоскидів на тренажерах є новим напрямом для холдингу «Білоруський автомобільний завод», тренажер кар'єрного самоскида з електромеханічної трансмісією створюється вперше. Однак для водіїв автомобілів та інших транспортних машин навчання персоналу на тренажерах є досить звичайним явищем. Компанія СТОВ «Віртуальні технології», що має великий досвід у створенні тренажерів різних машин, в даний час за завданням холдингу «БелАЗ-Холдинг» виготовила перший зразок тренажера водіння кар'єрного самоскида БелАЗ серії 7530 (вантажопідйомність 220 т) та залучила авторів статті до розробки методичного забезпечення підготовки операторів кар'єрних самоскидів на основі сучасного досвіду підготовки на гірничо-збагачувальних комбінатах Кривого Рогу.

Тренажер виконаний за модульною структурою, з уніфікованими окремими модулями і всієї архітектури, і стане базовим для повномасштабних тренажерів водіння кар'єрних самоскидів різної вантажопідйомності з різними видами трансмісії. Індивідуальні характеристики типу самоскида відображає кабіна тренажера та програмне забезпечення комп'ютерної моделі. Тренажер водіння складається з наступних основних компонентів: модуль оператора; модуль інструктора; програмно-апаратний комплекс; комплект експлуатаційної документації; комплект методичного забезпечення проведення підготовки та перепідготовки операторів (рис. 1).



Рис. 1. Тренажер кар'єрного самоскида БелАЗ.

Модуль оператора являє собою кабіну самоскида БелАЗ-7530 (з електромеханічної трансмісією), оснащену штатними органами управління і системою візуалізації з кутами огляду відповідним реальним полям зору водія. Кабіна встановлена на динамічну систему рухливості складається з триступеневої платформи з електромеханічним приводом. Система рухливості, керована залежно від заданих умов водіння, забезпечує реалізацію взаємодії машини з дорожнім покриттям, рельєфом місцевості, а також імітацію навантажень на оператора по крену, тангажу, від центрострімкого прискорення. Платформа забезпечує кутові переміщення по тангажу - $\pm 18 \text{ deg}$, крену - $\pm 18 \text{ deg}$ і лінійні переміщення - $(0,29 \pm 10 \%)$ м у вертикальній площині. (рис.2).



Рис. 2. Кабіна самоскида, яка встановлена на динамічній платформі

Кабіна включає імітатори таких пристроїв: імітатор рульової колонки (рульове управління без зворотного зв'язку), імітатор гальмівної педалі електродинамічного гальма, імітатор гальмівної педалі робочих гальм, імітатор стоянкового гальма, імітатор педалі подачі палива, імітатор ручної подачі палива, сидіння водія, панель приладів з приладами 75306-3800020-31, панель дисплея 75131-2108346-41, ремінь безпеки (сигналізація застосування у інструктора). Прилади, індикатори, перемикачі та інші органи управління підключені до комп'ютерного обладнання через відповідне електронне та електромеханічне обладнання. Робота з органами управління відображається у вигляді електричних сигналів, які передаються в комп'ютер, що моделює динамічні характеристики машини. Всі імітатори підключені до інтелектуальної шини даних за міжнародним стандартом ISO 11898, що забезпечує ув'язку в мережу "інтелектуальних" пристроїв введення/виведення, датчиків і виконавчих механізмів.

Модуль інструктора забезпечений трьома моніторами, принтером для друку результатів вправ; засобами введення інформації (клавіатурою і мишкою); засобами голосового зв'язку з учнем. На один монітор виводиться зображення, що визначає положення самоскида в тривимірному віртуальному просторі. На другому - інформація про стан органів управління самоскида, хід виконання вправи, положення самоскида на маршруті, меню зміни погодних умов і введення технічних несправностей. На третій монітор моделюється зображення, яке бачить оператор карного самоскиду з кабіни через лобове скло. (рис. 3).



Рис.3. Модуль інструктора. Загальний вигляд.

Програмно - апаратний комплекс включає: систему візуалізації, що забезпечує узгоджене відображення місцевості і розташованих на ній нерухомих і рухомих об'єктів при спостереженні через скління кабіни оператора, а також з місця інструктора; аудіо систему, що дозволяє відтворювати шумові ефекти, в тому числі звуки роботи двигуна, трансмісії, звуки зіткнень машин і зіткнень з перешкодами і т.п.; систему контролю виконання вправ, що автоматично записує результати всіх вправ, виконуваних учнями, з моменту її включення; систему моделювання динаміки кар'єрного самоскида, яка імітує тягову, гальмівну і поворотну динаміку транспортного засобу, що забезпечує імітацію умов руху кар'єрного самоскида з урахуванням динамічних характеристик двигуна і підвіски, розташування коліс, нерівностей місцевості і зчеплення з ґрунтом в місцях контакту коліс з поверхнею.

Система візуалізації забезпечує спостереження за фронтальною візуальною обстановкою і візуальною обстановкою з боків кар'єрного самоскида в секторі 180° , в тому числі забезпечується спостереження через дзеркала заднього виду. Кути огляду через вікна кабіни, величини «мертвих зон» відповідають конструктивним особливостям кар'єрного самоскида. В системі візуалізації присутні ефекти: відображення опадів (дощ, сніг); зміна глибини зору при наявності опадів; імітація роботи склоочисників; тіні від об'єктів обстановки; різні умови освітленості (день/ніч); динамічне освітлення світлом фар.

При моделюванні руху кар'єрного самоскида враховуються параметри двигуна і його систем, трансмісії, ходової частини, рульового управління, фактори, які впливають на поведінку моделі: тип дорожнього покриття, завантаження кар'єрного самоскида, коефіцієнт зчеплення коліс з поверхнею.

Аудіо система забезпечує тривимірне положення і напрямок на джерело звуку щодо слухача в кабіні. Є бібліотека шумів для імітації звуків роботи двигуна, трансмісії і кар'єрного самоскида, а також різних зовнішніх звуків.

Програмне забезпечення тренажера веде відомість учнів та картку стажу водіння, автоматично виставляє оцінку за виконання вправи, з подальшим виведенням результатів на друк.

Програма дозволяє інструкторові, в ході виконання вправи, змінювати погодні умови: включати метеорологічні опади у вигляді дощу і снігу, підвищувати - знижувати температуру навколишнього середовища, силу і напрям вітру, змінювати час доби, для відпрацювання навичок водіння в нічний час, змінювати технічні параметри машини, імітуючи знос двигуна, відмову гальмівної системи, перегрів охолоджуючої рідини, загоряння машини.

Шафа апаратна являє собою набір системних блоків, з встановленим програмним забезпеченням, керуючим роботою всього тренажера. З метою підвищення надійності, в тренажері застосовується спеціалізована операційна система, якій не страшні некоректні виключення електроживлення, засмічення операційної системи протягом експлуатації і загроза зараження комп'ютерними вірусами. Шафа силова призначена для захисту електронного та комп'ютерного обладнання від кидків напруги електромережі і для придушення електромагнітних перешкод. Шафа оснащена джерелом безперебійного живлення, що дає час для коректного виключення виробу. Для контролю кількості часу експлуатації тренажера, шафа електроживлення оснащена лічильником часу напруження.

На основі вивчення та аналізу досвіду підготовки операторів кар'єрних самоскидів на п'яти гірничо-збагачувальних комбінатах Криворізького залізорудного басейну авторами розроблено методичне забезпечення проведення підготовки та перепідготовки операторів. Детально викладені програми підготовки операторів з різним ступенем підготовленості, основні вправи підготовки та залікову вправу, яка включає всі елементи підготовчих вправ. Залікова вправа виконується на трасі руху від автогосподарства в кар'єр і далі по кар'єрним дорогам з різним розташуванням бровок уступу відносно напрямку руху самоскида. Виїзд самоскида з будівлі цеху, рух до пункту навантаження, установка під навантаження за комбінованою схемою, рух вгору з вантажем, установка під розвантаження на відвалі, рух до пункту навантаження, установка під навантаження по тупиковій схемі, рух вниз з вантажем, установка під розвантаження на перевантажувальному пункті, рух в цех з розминовках із зустрічними навантаженими самоскидами, постановка в цеху в зону технічного обслуговування. У процесі руху моделюються нештатні ситуації передбачені програмою навчання, в тому числі : відмова рульового управління; відмова робочої гальмівної системи; пожежа в моторному відсіку ; пожежа в задньому мосту.

Розроблені методичні вказівки до проведення підготовки та перепідготовки диференційовано, в залежності від рівня первинних знань і вмінь персоналу. Рекомендується планувати періодичні перевірки умінь і тренінги операторів. Первинна апробація показала, що використання тренажерів на підприємствах дозволить підвищити майстерність операторів кар'єрних самоскидів, знизити питомі витрати палива на 12-14 %, підвищити продуктивність праці операторів на 17-19 %, при підвищенні безпеки транспортних робіт.

1. Опыт использования систем контроля загрузки и расхода топлива карьерных самосвалов для повышения качества вождения [Электронный ресурс] / Ю. А. Монастырский. Режим доступа: <http://maxi-exkavator.ru/articles/trucks/~id=615.html>.

2. Поиск и учет скрытых ресурсов повышения эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов / Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин // Вісник Східноукраїнського національного технічного університету ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2010. – № 7(149). – С. 79-83.

3. Человеческий фактор в автотранспортной системе карьера как возможность для управления себестоимостью продукции / Ю. А. Монастырский, О. Ю. Монастырская// Проблемы недропользования: Материалы V Всероссийской молодежной междунар. научно-практической конференции (с участием иностранных ученых), 8-11 февр. 2011 г.– Екатеринбург, 2011. – С. 167-174.

Представлено описание созданного тренажера на основе кабины карьерного самосвала БелАЗ-7530 грузоподъемностью 220 т, трехступенчатой электромеханической платформы, программного обеспечения и методического материала для подготовки и переподготовки операторов карьерных самосвалов с электромеханической трансмиссией

The description of the created simulator based on cab open-pit dump-truck BelAZ -7530 carrying capacity of 220 tons for the training and retraining of operators of mining truck with electromechanical transmission. The simulator is designed on a modular structure, with standardized individual modules and entire architecture consists of a module of the operator; module instructor; hardware and software; set of operational documentation; set of methodological provision to conduct training and retraining of operators. The module is the operators cab open-pit dump-truck with electromechanical transmission, equipped with full-time government and visualization of viewing angles corresponding fields of the real driver is installed on the system dynamic mobility as a three-tiered platform with an electromechanical drive. Instructor Module has three monitors, printers, mass input and voice communication with the student. Software-hardware system includes the visualization system, the audio system, the system monitoring exercise, the system dynamics simulation dumpers, traffic conditions simulating rigid dumper considering the dynamic characteristics of the engine and suspension, wheel location , terrain irregularities and adhesion of soil the points of contact with the surface traction wheel. Guidelines, which developed for the training and retraining of differentially depending on the initial knowledge and skills of staff and schedule periodic reviews of skills and training of operators. The using the simulators on enterprises are enabled to increase skill operator, lower specific fuel consumption by 12-14%, increase productivity operators by 17-19%, while increasing the safety of transport operations.

Keywords: technical equipments of educating, simulators, open-pit dump-truck, BelAZ.

Стаття надійшла в редакцію 04.04.2014р.