

Д.М. Білобров, аспірант
М.В. Лебля, аспірант
Д.О. Дубінчук, аспірант
С.С. Іськов, к.т.н., доц.
О.А. Темченко, д.т.н., проф.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Навчально-науковий економічний інститут Державного університету економіки і технологій

Дослідження ефективності застосування гумового футерування кузова автосамоскида

У роботі розглянуто можливість футерування кузова автосамоскида гумою. Для підтвердження результатів експериментальних досліджень, отриманих під час експлуатації кар'єрних автосамоскидів на Омелянівському кар'єрі, були створені кінцево-елементні та 3D-моделі для динамічного аналізу в середовищі T-FLEX, що імітують навантаження елементів металокопункції рами та кузова кар'єрних автосамоскидів. Для оцінки напружено-деформованого стану елементів несучих металокопункцій великовантажних кар'єрних автосамоскидів застосовувався метод кінцевих елементів. Універсальність цього дає можливість розрахувати різні копункції з різними властивостями матеріалів єдиним способом. Метод дозволяє врахувати геометричні форми та умови роботи копункції, розподіл у часі та просторі (для динамічних завдань) зовнішніх навантажень, властивостей матеріалів, що використовуються в копункції у повному обсязі. Для оцінки точності моделювання було проведено низку дослідів з вимірювання вібраційних коливань на автосамоскидах БіЛАЗ-548.

Вимірювання вібрації проводилися за допомогою 16-канального реєстратора даних SCADAS eSCR05 Siemens за допомогою КПК HP iPAQ 214 із підключенням Bluetooth на базі Windows Mobile. Дані записувалися і зберігалися на флеш-картах ємністю 16 ГБ. Використовувалися дві різні частоти дискретизації з 24-бітною роздільною здатністю: 256 вибірок у секунду для вимірювань вібрації. Датчики, які використовуються для реєстрації трьох ортогональних осей вібрації містили чотири триосеві акселерометри на друкованій платі.

Ключові слова: моделювання; кузов автосамоскида; ударні навантаження; вібрації кузова; футерування гумою.

Вступ. Вібрація – одна з основних причин пошкодження кузова самоскида і його каркаса, тому будь-яке зниження вібрації має велике значення. На більшості кар'єрів України гірничу масу транспортується автомобільним транспортом. Частка гірничої маси, що перевозиться автотранспортом, досягає 65 %, коефіцієнт готовності коливається в діапазоні 0,48–0,62. Це свідчить про те, що значну частину часу автосамоскиди перебувають у ремонтах, як планових, так і аварійних. Структурний аналіз простоїв парку автосамоскидів показав, що простої до 30 % пов'язані з відмовами металокопункцій. Однією з основних причин відмов функціонування металокопункцій кар'єрних автосамоскидів є утворення в них тріщин. На зростання та розвиток тріщин у несучих металокопункціях значно впливають надають циклічні навантаження, що виникають у процесі екскаваторного навантаження, а також у процесі транспортування гірської маси кар'єрними дорогами.

Мета – створити 3D-моделі кузова автосамоскида в середовищі T-FLEX, що імітують навантаження елементів металокопункції рами та кузова кар'єрних автосамоскидів для аналізу динамічного навантаження.

Викладення матеріалу дослідження. Для підтвердження результатів експериментальних досліджень, отриманих під час експлуатації кар'єрних автосамоскидів на Омелянівському кар'єрі, були створені кінцево-елементні та 3D-моделі для динамічного аналізу в середовищі T-FLEX, що імітують навантаження елементів металокопункції рами та кузова кар'єрних автосамоскидів. Для оцінки напружено-деформованого стану елементів несучих металокопункцій великовантажних кар'єрних автосамоскидів застосовувався метод кінцевих елементів. Універсальність цього дає можливість розрахувати різні копункції з різними властивостями матеріалів єдиним способом. Метод дозволяє врахувати геометричні форми та умови роботи копункції, розподіл у часі та просторі (для динамічних завдань) зовнішніх навантажень, властивостей матеріалів, що використовуються в копункції у досить повному обсязі [33].

У процесі моделювання елементів несучих металокопункцій кар'єрних автосамоскидів було прийнято такі припущення: застосований під час виготовлення прокатний профіль апроксимувався у спрощеній формі, тобто, перетин полиць та стінок було виконано без урахування заокруглень та ухилів. Під час розбивки геометричної моделі рами кар'єрного автосамоскида використовувалися пластинчасті та балкові

елементи. Завдяки цьому розрахункові схеми були утворені відповідно до конструкцій, що розраховуються. Статичний кінцево-елементний аналіз напружено-деформованого стану дозволив виявити найбільш навантажені елементи металоконструкцій кар'єрних автосамоскидів. Для моделювання динамічних навантажень на несучі металоконструкції кар'єрних автосамоскидів у процесі завантаження підірваної гірської маси, а також розвантаження використовувався модуль динамічного аналізу програми T-FLEX. Цей модуль створено розробниками компанії «Топ системи» для спільної роботи з об'єктами T-FLEX CAD 3D, і дозволяє проводити дослідження динамічної поведінки різних просторових механічних систем [34]. Моделі несучих металоконструкцій кар'єрних автосамоскидів описуються як система твердих тіл, шарнірів та навантажень. Геометричні моделі, створені у системі T-FLEX CAD, є імпортерами даних для аналізу. Для завдання зв'язків між тривимірними тілами використовуються сполучення та ступені свободи. Засоби моделювання системи дозволяють також моделювати контакти між твердими тілами з подальшою обробкою одночасної контактної взаємодії великої кількості (до кількох тисяч) твердих тіл різної форми.

У створеній моделі є низка припущень: роботу пневмогідроциліндрів імітують пружини, жорсткість яких задавалася у програмі відповідно до жорсткості пневмогідроциліндрів, раму автосамоскида імітує пластина такої ж ваги. Підірвана гірська маса представлена тілами у вигляді кульок, розмір і кількість яких задається відповідно до діаметра середнього шматка гірської маси в ківші екскаватора, а матеріал має щільність $2,5 \text{ т/м}^3$ відповідно до щільності гірської породи, що завантажується. Під час моделювання в днищі кузова моделі створювався датчик типу «тіло», що дозволяє вимірювати його координати, лінійні та кутові швидкості й прискорення, а також активні сили, що діють на кузов. Для докладного опису коливань кузова в процесі екскаваторного завантаження створювався датчик типу «відстань», що фіксує дистанцію між двома точками, швидкість її зміни та прискорення. Як об'єкти, на основі яких створювався цей датчик, обрані днище кузова та нижня пластина моделі.

Для кожної точки днища кузова додатково вибиралося тіло, разом з яким воно переміщалося під час руху системи. Для оцінки точності моделювання було проведено низку дослідів з вимірювання вібраційних коливань на автосамоскидах БілА3-548.

Вимірювання вібрації проводилися за допомогою 16-канального реєстратора даних SCADAS eSCR05 Siemens за допомогою КПК HP iPAQ 214 із підключенням Bluetooth на базі Windows Mobile. Дані записувалися і зберігалися на флеш-картах ємністю 16 ГБ. Використовувалися дві різні частоти дискретизації з 24-бітною роздільною здатністю: 256 вибірок у секунду для вимірювань вібрації. Датчики, які використовуються для реєстрації трьох ортогональних осей вібрації, містили чотири триосьові акселерометри на друкованій платі.

Процедура позначення інтервалів різних видів діяльності включала одне натискання кнопки тригера при вході та виході з зони завантаження та два натискання кнопки тригера під час входу та виходу з зони скидання. Маркери тригерів були нанесені на графіки даних часу з трасою сигналу вібрації з одного каналу. Ці графіки були переглянуті разом із нотатками, зробленими під час вибіркового періоду, щоб перевірити маркери та області, де мали місце розбіжності в даних.

Потім маркер був ідентифікований за точною точкою вибірки у файлі даних, щоб окреслити початок і кінець кожної з дій.

Деякі точки даних були інтерпольовані за необхідності. Крім того, не всі тригерні маркери були доступні через певну несправність приладів протягом періоду відбору проб. На рисунку 1 представлено взаємозв'язок між розрахованими та виміряними значеннями вібрації.

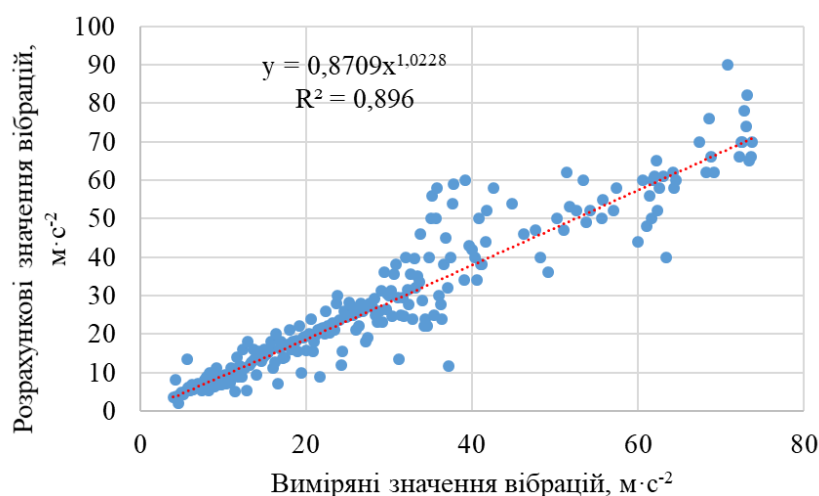


Рис. 1. Взаємозв'язок між розрахованими та виміряними значеннями вібрації

Під час моделювання розглядався варіант заміни металевої броні кузова автосамоскида на гумову броню. Гумове футерування дає такі переваги, як:

- вага кузова самоскида менша, ніж вага стандартного кузова самоскида зі сталевим футеруванням;
- гумове футерування кузова самоскида знижує сприймання шуму та вібрації, що помітно покращує умови роботи для водіїв та збільшує ресурс конструкцій самоскида;
- менша вага футерованого кузова гумою забезпечує зниження витрати палива на тонну перевезеної гірської породи;
- гумове футерування кузова самоскида монтується за допомогою болтів з використанням вже існуючих кріплень прямо на кар'єрі. Зношені елементи можна замінювати окремо, це зменшує час простою автосамоскидів.

Моделювання процесу розвантаження підірваної гірської маси в кузов проводилася при об'ємах падаючого сипучого тіла. На рисунку 2 наведено залежності «динамічних» напруг від кількості завантажених ківшів, під час моделювання процесу завантаження екскаватором ЕКГ-5. З рисунка 2 видно, що під час завантаження наступних ківшів у кузов автосамоскида динамічне напруження зменшується. Це пов'язано зі збільшенням шару породи, що демпферує в кузові, який у моделі імітувався рівнорозподіленим по днищу кузова. Застосування модуля динамічного аналізу T-FLEX при розрахунках напружено-деформованого стану елементів несучих металоконструкцій кар'єрних автосамоскидів дозволило теоретично визначити величину динамічного навантаження у процесі екскаваторного навантаження.

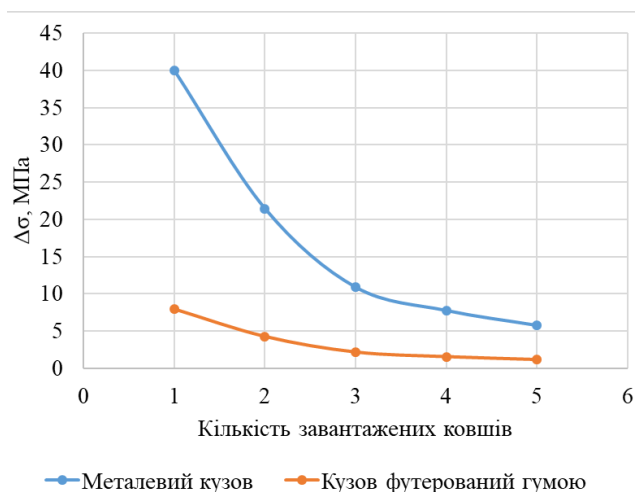


Рис. 2. Залежності динамічних напружень від черговості ківшів, що розвантажуються

Отримані дані показують (рис. 3), що вплив удару приблизно на 92 % менший на дні кузова з гумовою футеровкою для кар'єрних самоскидів (порівняно зі сталевією футеровкою). Більша частина енергії від удару гірської породи поглинається гумою, не доходячи до тіла кузова і рами самоскида.

На величину вібрації кузова автосамоскида впливає розмір шматка гірської породи та висота скидання. Видно з рисунка 2, що вивантаження гірської породи з першого ківша має найбільшу ударну дію. Згодом гірська порода в кузові самоскида пом'якшує удари вивантажуваної породи.



Рис. 3. Максимальні значення вібрації кузова автосамоскида БілАЗ-548

Для сталевго футерування виникає кілька піків ударного навантаження величиною $73,8 \text{ м/с}^2$ з подальшими сильними вібраціями. У кузовах з гумовим футеруванням велика частина енергії поглинається, і пік ударного навантаження дорівнює всього лише $6,8 \text{ м/с}^2$ з подальшими невеликими коливаннями.

Незважаючи на те, що гумове футерування товстіше, ніж сталеве (товщина сталевго футерування 25 мм, гумового – 150 мм), різниця в об'ємі та вазі корисного завантаження незначна і не впливає на об'єм завантаженої гірської породи. Фактично в більшості випадків під час використання гумового футерування для кар'єрних самоскидів середня вантажопідйомність збільшується. Гумове футерування для кузовів виготовляється з модулів, товщина яких змінюється залежно від розташування в кузові. Гумове футерування кузова автосамоскида підвищує коефіцієнт тертя гірської породи з дном кузова і знижує ймовірність просипання під час руху автосамоскида. Зміна маси кузова для БілАЗ-548 наведена на рисунку 4.

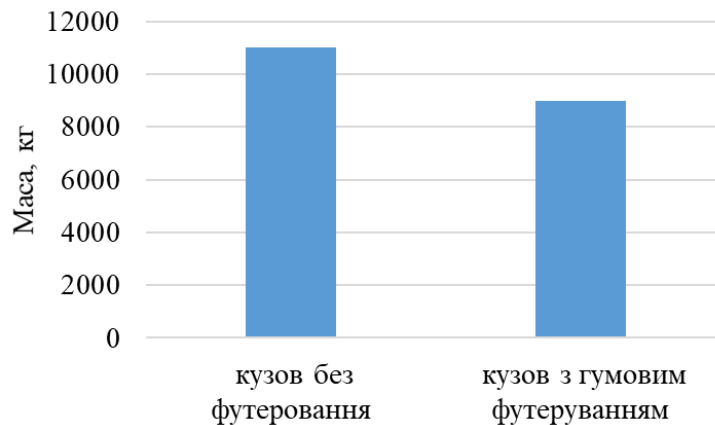


Рис. 4. Показники маси кузова БілАЗ-548

Самоскид з гумовим футеруванням кузова має нижчу витрату палива, ніж самоскид зі сталевим футеруванням. Це пов'язано з меншою масою кузова автосамоскида.

Зниження простоїв дуже важливе та впливає на максимальну продуктивність транспортування. Сталеве футерування складається з великих листів зносостійкої сталі, які приварені до каркаса кузова. Під час ремонту сталеве футерування часто доводиться оновлювати повністю. Повне оновлення сталевго футерування самоскида може зайняти до одного місяця, що переважно вимагає наявності запасних боксів на кар'єрі.

Гумове футерування для кар'єрних самоскидів являє собою модульну систему, що скорочує як тривалість часу на обслуговування, так і кількість необхідних запасних боксів. Футерування складається з гумових модулів, які в разі зношення можливо замінювати окремо. Гумове футерування просте в установці і обслуговуванні, не вимагає повної заміни всього футерування.

Завдяки високій еластичності гуми енергія удару ефективно поглинається матеріалом, не доходячи до конструктивних елементів самоскида. Таким чином забезпечується захист кузова і самоскида в цілому.

Витрати на установку гумового футерування нижчі порівняно з витратами на установку сталевго футерування. Завдяки модульній системі монтаж гумового футерування вимагає менше часу, відрізняється безпекою і зручністю. Залежно від розміру самоскида на установку футерування потрібно від 2 до 4 днів. Під час монтажу гумового футерування додатковий час затрачається на приварювання шпильок. Початкові витрати на матеріали за умови гумового футерування, як правило, вище, ніж для сталевго. Однак з часом витрати на матеріали стають меншими, порівняно з витратами на сталеве футерування, завдяки збільшеному терміну служби, зниженню потреби в технічному обслуговуванні і обсязі заміни футерування.

Під час використання гумового футерування буде менше налипання матеріалу, що веде до зменшення витрати палива. Внаслідок відсутності налипання може бути використаний весь обсяг кузова повністю для максимальної вантажопідйомності, це в результаті дозволяє підвищити ефективність експлуатації. Разом з тим об'єм кузова, який футерований гумою, зменшується за рахунок потовщення матеріалу футерування (рис. 5).

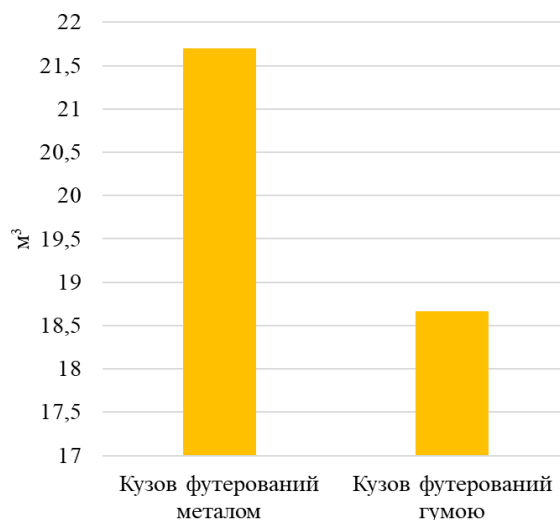


Рис. 5. Об'єм кузова самоскида БіЛАЗ-548

Збільшений термін служби веде до меншої кількості зупинок для технічного обслуговування. Операція з заміни гумового футерування виконується швидко, безпечно і зручно завдяки модульній системі. Замінювати все футерування не потрібно – тільки кілька найбільш зношених модулів. Завдяки високій зносостійкості і ударній міцності гумовому футеруванню для кар'єрних самоскидів допомагає підтримувати їх в експлуатаційній справності, що призводить до економії витрат з часом.

У зв'язку з мінімальними вимогами до технічного обслуговування у випадку монтажу гумового футерування є менший час простою самоскидів та відпадає необхідність у запасних ремонтних боксах. За рахунок зниження кількості боксів з часом досягається економія витрат.

Висновки. Застосування гумового футерування кузова автосамоскида дозволяє збільшити термін служби та зменшити кількість зупинок для технічного обслуговування автотранспорту. Самоскид з гумовим футеруванням кузова має нижчу витрату палива, ніж самоскид зі сталевим футеруванням. Це пов'язано з меншою масою кузова автосамоскида. Отримані дані показують, що вплив удару приблизно на 92 % менший на дні кузова з гумовою футеровкою для кар'єрних самоскидів (порівняно зі сталевією футеровкою). Більша частина енергії від удару гірської породи поглинається гумою, не доходячи до тіла кузова і рами самоскида. Разом з тим об'єм кузова, який футерований гумою, зменшується на 16 % за рахунок потовщення матеріалу футерування.

Список використаної літератури:

1. Feasibility study to reduce injuries and fatalities caused by contact of cranes, drill rigs, and haul trucks with high tension lines / H.K. Sacks, J.C. Cawley, G.Homce, M.Yenchek // IEEE Trans. Ind. Applicat. – 2001. – Vol. 37. – P. 914–919.
2. Криворучко А.О. Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Іськов // Вісник ЖДТУ. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
3. Weakening of rock strength under the action of cyclic dynamic loads / V.Korobiichuk, V.Kravets, R.Sobolevskiy and other // Eastern European Journal of Advanced Technologies. – 2018. – Issue 2 (5). – P. 20–25.
4. Shamrai V. Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine / V.Shamrai, V.Korobiichuk, R.Sobolevskiy // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2017. – № 2 (1). – С. 234–239.
5. Коробійчук В. Геометризація супутньої корисної копалини в умовах Лезниківського родовища гранітів та гірничо-геометричний аналіз його показників / В.Коробійчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. : Технічні науки. – 2012. – № 58. – С. 175–184.
6. Дослідження шляхів мінімізації втрат при буровибуховому способі видобування блоків декоративного каменю / Р.В. Соболевський, О.О. Кісель, В.В. Коробійчук, О.А. Зубченко // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2006. – № 4 (39). – С. 301–307.
7. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators / R.Sobolevskiy, A.Vaschuk, O.Tolkach and other // Eastern European Journal of Advanced Technologies. – Issue 3 (87). – P. 54–66.
8. Коробійчук В.В. Дослідження тріщинуватості Лезниківського родовища гранітів з перспективою видобутку блочної продукції / В.В. Коробійчук // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків : Технологічний центр, 2013. – Вип. 6/5 (66). – С. 23–27.
9. Korobiichuk V.V. European integration: treatment of stone processing enterprises waste in Ukraine / V.V. Korobiichuk, O.M. Sidorov, R.V. Sobolevskiy // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2017. – № 1 (79). – С. 182–190.

10. Evaluation of the effectiveness of natural stone surface treatment from Ukraine by mechanical and chemical methods / V.Korobiichuk, V.Shamrai, V.Levytskyi and other // Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik. – 2018. – Vol. 33, Issue 4. – P. 15–22
11. Optimization of the process of efficiency management of the primary kaolin excavation on the curved face of the conditioned area / V.Korobiichuk, R.Sobolevskiy, V.Levytskyi and other // Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik. – 2020. – Vol. 35, Issue 1. – P. 123–137.
12. Коробіичук В.В. Дослідження тріщинуватості Лезниківського родовища гранітів з перспективою видобутку блочної продукції / В.В. Коробіичук // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків : Технологічний центр. – 2013. – Вип. 6/5 (66). – С. 23–27.
13. Korobiichuk V.V. European integration: treatment of stone processing enterprises waste in Ukraine / V.V. Korobiichuk, O.M. Sidorov, R.V. Sobolevskiy // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2017. – № 1 (79). – С. 182–190.
14. Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту / В.В. Коробіичук, В.Т. Підвисоцький, В.І. Шамрай та ін. // Технічна інженерія. – 2022. – № 2 (90). – С. 147–152. DOI: 10.26642/ten-2022-2(90)-147-152.
15. Супутнє видобування блоків природного каменю в умовах щєбєневого кар'єру / В.В. Коробіичук, А.Г. Темченко, В.І. Шамрай та ін. // Технічна інженерія. – 2022. – № 2 (90). – С. 153–160. DOI: 10.26642/ten-2022-2(90)-153-160.
16. Руйнування гірських порід і промислова сейсміка : навч. посіб. для студентів спец. 184 «Гірництво» / В.В. Коробіичук, В.Г. Кравець, В.В. Бойко та ін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 408 с.

References:

1. Sacks, H.K., Cawley, J.C., Homce, G. and Yenchek, M. (2001), «Feasibility study to reduce injuries and fatalities caused by contact of cranes, drill rigs, and haul trucks with high tension lines», *IEEE Trans. Ind. Applicat*, Vol. 37, pp. 914–919.
2. Kryvoruchko, A.O., Korobijchuk, V.V. and Is'kov, S.S. (2012), «Rozrobka uzagal'nenoi' metodyky geometryzacji' masyviv pryrodnoho kamenju z metoju otrymannja kompleksnoi' modeli rodovyshha», *Visnyk ZhDTU*, No. 4 (63), pp. 190–202.
3. Korobiichuk, V., Kravets, V. and Sobolevskiy, R. et al. (2018), «Weakening of rock strength under the action of cyclic dynamic loads», *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, Issue 2 (5), pp. 20–25.
4. Shamrai, V., Korobiichuk, V. and Sobolevskiy, R. (2017), «Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tehnichni nauky*, No. 2 (1), pp. 234–239.
5. Korobijchuk, V. (2012), «Geometryzacija suputn'oi' korysnoi' kopalyny v umovah Leznykivs'kogo rodovyshha granitiv ta girnycho-geometrychnyj analiz jogo pokaznykiv», *Visnyk Nacional'nogo universytetu vodnogo gospodarstva ta pryrodokorystuvannja. Ser. Tehnichni nauky*, No. 58, pp. 175–184.
6. Sobolevs'kyj, R.V., Kijjel', O.O., Korobijchuk, V.V. and Zubchenko, O.A. (2006), «Doslidzhennja shljahiv minimizaciji' vtrat pry burovybuhovomu sposobi vydobuvannja blokiv dekoratyvnogo kamenju», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tehnichni nauky*, No. 4 (39), pp. 301–307.
7. Sobolevskiy, R., Vaschuk, A., Tolkach, O. et al. «A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators», *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, Issue 3 (87), pp. 54–66.
8. Korobijchuk, V.V. (2013), «Doslidzhennja trishhynuvatosti Leznykivs'kogo rodovyshha granitiv z perspektyvoju vydobutku blochnoi' produkciij», *Shidno-jevropejs'kyj zhurnal peredovyh tehnologij*, Tehnologichnyj centr, Harkiv, Issue 6/5 (66), pp. 23–27.
9. Korobiichuk, V.V., Sidorov, O.M. and Sobolevskiy, R.V. (2017), «European integration: treatment of stone processing enterprises waste in Ukraine», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tehnichni nauky*, No. 1 (79), pp. 182–190.
10. Korobiichuk, V., Shamrai, V., Levytskyi, V. et al. (2018), «Evaluation of the effectiveness of natural stone surface treatment from Ukraine by mechanical and chemical methods», *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, Vol. 33, Issue 4, pp. 15–22.
11. Korobiichuk, V., Sobolevskiy, R., Levytskyi, V. et al. (2020), «Optimization of the process of efficiency management of the primary kaolin excavation on the curved face of the conditioned area», *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, Vol. 35, Issue 1, pp. 123–137.
12. Korobijchuk, V.V. (2013), «Doslidzhennja trishhynuvatosti Leznykivs'kogo rodovyshha granitiv z perspektyvoju vydobutku blochnoi' produkciij», *Shidno-jevropejs'kyj zhurnal peredovyh tehnologij*, Tehnologichnyj centr, Harkiv, Issue 6/5 (66), pp. 23–27.
13. Korobiichuk, V.V., Sidorov, O.M. and Sobolevskiy, R.V. (2017), «European integration: treatment of stone processing enterprises waste in Ukraine», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tehnichni nauky*, No. 1 (79), pp. 182–190.
14. Korobiichuk, V.V., Pidvysotskyi, V.T., Shamrai, V.I. et al. (2022) «Vplyv tekhnologii vidpratsiuvannja rozvalu hirs'koi porody na rozmiry ta formu rozvalu nehabarytu», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (90), pp. 147–152, doi: 10.26642/ten-2022-2(90)-147-152.
15. Korobiichuk, V.V., Temchenko, A.H., Shamrai, V.I. et al. (2022), «Suputnie vydobuvannja blokiv pryrodnoho kameniu v umovakh shchєbenevoho kar'єru», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (90), pp. 153–160, doi: 10.26642/ten-2022-2(90)-153-160.
16. Korobiichuk, V.V., Kravets, V.H., Boiko, V.V. et al. (2020), *Ruinuvannja hirs'kykh porid i promyslova seismika, navchalnyi posibnyk dlja studentiv spetsialnosti 184 «Hirnyctvo»*, KPI im. Ihoria Sikorskoho, Kyiv, 408 p.

Білобров Дмитрій Миколайович – аспірант гірничих технологій та будівництва ім. проф. М.Т. Бакка Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобуток та обробка природного каменю;
- гірництво.

Лебля Микола Вікторович – аспірант гірничих технологій та будівництва ім. проф. М.Т. Бакка Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобуток та обробка природного каменю;
- гірництво.

Дубінчук Денис Олегович – аспірант кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Наукові інтереси:

- видобуток та обробка природного каменю;
- гірництво.

Іськов Сергій Станіславович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-9618-489X>.

Наукові інтереси:

- видобуток та обробка природного каменю;
- гірництво.

Темченко Олександр Анатолійович – доктор технічних наук, професор кафедри економіки та підприємництва Навчально-наукового економічного інституту Державного університету економіки і технологій.

<https://orcid.org/0000-0003-0020-2430>.

Наукові інтереси:

- енергоефективність технологій відкритої розробки родовищ та конкурентоспроможність гірничодобувних підприємств.

E-mail: temchenko_0a50@ukr.net.

Bilobrov D.M., Leblya M.V., Dubinchuk D.O., Iskov S.S., Temchenko O.A.

Research on the effectiveness of using rubber lining for the body of a dump truck

This work considers the possibility of lining the body of a dump truck with rubber. To confirm the results of experimental studies obtained during the operation of quarry dump trucks at the Omelianivsk quarry, finite-element and 3D models were created for dynamic analysis in the T-FLEX environment, simulating the loading of metal structure elements of the frame and body of quarry dump trucks. The finite element method was used to assess the stress-strain state of the elements of the load-bearing metal structures of heavy-duty quarry dump trucks. The versatility of this makes it possible to calculate different designs with different material properties in a single way. The method allows you to take into account the geometric shapes and operating conditions of the structure, the distribution in time and space (for dynamic tasks) of external loads, the properties of materials used in the structure in a fairly complete volume. To assess the accuracy of the modeling, a number of experiments were conducted to measure vibration oscillations on BelAZ 548 dump trucks.

Vibration measurements were performed using a 16-channel SCADAS eSCR05 Siemens data logger using a Windows Mobile-based HP iPAQ 214 PDA with Bluetooth connectivity. Data were recorded and stored on flash cards with a capacity of 16 GB. Two different sampling rates with 24-bit resolution were used: 256 samples per second for vibration measurements. Sensors used to register the three orthogonal axes of vibration included four triaxial accelerometers on a printed circuit board.

Keywords: modeling; dump truck body; shock loads; body vibrations; rubber lining.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2023.