

doi: 10.31721/2306-5435-2024-1-112

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Криворізький національний університет

# ГІРНИЧИЙ ВІСНИК

Науково-технічний збірник

Заснований у 1966 році

*Випуск 112*

Кривий Ріг, 2024

---

Редакційна колегія: **Ступнік М.І.**, д-р техн. наук, проф. (головний редактор); **Бровко Д.В.**, д-р техн. наук, проф. (заступник головного редактора); **Азарян А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Березовський А.А.**, д-р геол. наук, проф.; **Варава Л.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Вілкул Ю.Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Зінченко О.А.**, д-р екон. наук, проф.; **Зубов Д.А.**, д-р техн. наук, проф., Охрид, Македонія; **Ільяс Ніколае**, д-р техн. наук, проф., Петрошани, Румунія; **Калініченко В.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Ковальчук В.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Коробко В.М.**, д-р техн. наук, проф., Массачусетс, США; **Котов І.А.**, д-р техн. наук, доц.; **Кіяновський М.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Купін А.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Лапшин О.Є.**, д-р техн. наук, проф.; **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Несмашний Є.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Паламар А.Ю.**, канд. техн. наук, доц.; **Перегудов В.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Савельєв С. Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Сидоренко В.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Ткаченко А.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Толмачов С.Т.**, д-р техн. наук, проф.; **Турило А.А.**, д-р екон. наук, проф.; **Учитель О.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Шахно А.Ю.**, д-р екон. наук, доц.; **Шишкін О.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Щокін В.П.**, д-р техн. наук, проф.

Збірник індексується в науко-метричних базах даних Google Scholar, Index Copernicus, Research Bible, Academic Keys та ін., в загальнодержавній реферативній базі даних «Україніка наукова» (реферативний журнал «Джерело»).

Збірник надсилається до Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського НАН України та провідних наукових бібліотек України.

У матеріалах збірника викладено результати досліджень у галузі технічних наук. Розглянуто шляхи підвищення ефективності промислових виробництв, автоматизації, контролю та керування технологічними процесами.

Важливе місце займають питання енергозбереження, надійності охорони праці, техніки безпеки, захисту довкілля.

Наукові статті збірника рекомендовано науковим та інженерно-технічним працівникам, студентам, магістрантам й аспірантам.

Випуск № 112 рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет Вченою радою Криворізького національного університету (протокол № 10 від 26.04.2024 року).

Адреса редакції: 50002, Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.  
Криворізький національний університет. Тел. 409 61 29.

<i>Андрєєв Б.М., Бровко Д.В., Хворост В.В., В Кононенко.В., Козарі В.Я., Гапоненко К.А., Бровко В.Д.</i> Розробка моделі моніторингу технічного стану будівель та споруд поверхневого комплексу гірничодобувних підприємств на основі ланцюга Маркова .....	3
<i>Сахно С.І., Попруга Д.В., Мокряк Г.В.</i> Особливості роботи бетонної балки з базальтовою арматурою .....	7
<i>Горбачов Ю.Г., Хруцький А.О., Громадський А.С., Чумак Ю.І.</i> Обґрунтування раціональних параметрів опор ковзання безроликкових стрічкових конвеєрів .....	12
<i>Слободянюк Н.О., Короленко Р.В.</i> Теоретико-правові засади формування інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів в умовах децентралізації державної влади України .....	17
<i>Ляшок В.Г., Тиханський М.П.</i> Інтелектуальні засоби у процесах подрібнення як потужний інструмент автоматизації .....	23
<i>Монастирський Ю. А., Максименко І. С.</i> Дослідження закономірностей зміни витрат палива автосамоскидами дизель-тролейвозами на залізорудних кар'єрах .....	29
<i>Олійник Т.А., Булах О.В., Скляр Л.В., Олійник М.О.</i> Особливості збагачення гематитових руд підземного видобутку Кривбасу в крупності 1-0 мм .....	33
<i>Савельєв С.Г., Ярош Т.П., Бабаєвська О.В., Кондратенко М.М., Бабошко Д.Ю.</i> Аналіз металургійних методів утилізації червоного шламу .....	39
<i>Касімі Д.О., Чупринов С.В., Ляхова І. А., Коренко М.Г.</i> Узагальнення методичних підходів до розрахунку енергетичних параметрів газового потоку в горні доменних печей при вдуванні комбінованого дуття .....	45
<i>Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Настич О.Б., Галечан Н.С., Мориконь В.С., Мінько Ю.Ю.</i> Особливості технології виготовлення буронабивних паль .....	50
<i>Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю., Максимов І.І., Шепель О.Л., Калініченко В.О., Федоренко С.О.</i> Відпрацювання паралельно зближених покладів корисних копалин .....	56
<i>Кравцова Д.Ю., Зюган У.І.</i> Пошук оптимальних рішень для технічних систем в умовах невизначеності зі комп'ютеризацією розрахунків у табличному процесорі .....	63
<i>Радзінська Ю. Б., Багін М. Л., Гой В. В., Фролов В. О.</i> Містобудівні чинники забезпечення інвестиційної привабливості земель регіонів: стан та напрями трансформацій .....	68
<i>Астахова Н. В., Астахов В. І.</i> Захисні властивості шлакопемзобетону та шлакобетону по відношенню до сталевих арматури .....	73
<i>Григор'єв Ю.І., Луценко С.О., Бровко Д.В., Баранов І.В., Жуков С.О.</i> Адаптація кінцевих контурів кар'єрів №2-біс та №3 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» в умовах динаміки гірничо-геологічних факторів .....	77
<i>Ткаченко Г. І., Т Ковальчук. М., Михайленко М. В.</i> Вплив якості подрібненої гірничої маси на ефективність технологічних процесів на кар'єрах Кривбасу .....	83
<i>Воронцов І.В., Данилейко О.К., Коломіц Г.В.</i> Розробка енергоефективної системи штучного освітлення головного корпусу Криворізького національного університету .....	88
<i>Олійник Т.А., Вільгельм М.М.</i> Дослідження умов формування оптимального живлення оберненої флотажії магнетиту .....	95
<i>Швець Д. В., Швець В. В.</i> Автоматичне керування циклом подрібнення залізної руди з урахуванням часу транспортного переміщення потоку сировини .....	101
<i>Шепель О.Л.</i> Актуальний стан проблеми переходу з видобутку корисних копалин відкритим способом на технології комбінованого відкрито-підземного та підземного видобутку залізорудної сировини .....	105
<i>Шимко В.А., Сліпич О.О.</i> Використання інноваційних рішень та VR-технологій в архітектурно-будівельному проектуванні та будівництві .....	110
<i>Тітов Д.А.</i> Теоретична база обґрунтування збалансованого енергонасичення породного масиву підриванням комбінованих свердловинних зарядів .....	114
<i>Суглобов В.В., Крупко В.Г., Крупко І.В., Веснін А.В.</i> Механізми землерийних машин з хвильовими ланцюговими передачами .....	122
<i>Гнатенко М.О.</i> Усунення ливарного браку деталей методами мікроплазмового наплавлення .....	126
<i>Рибалко Б.І., Бакай А.В.</i> Динамічна модель трансформації мікросейсмічного сигналу .....	130
<i>Олійник Т.А., Петелька А.В., Скляр Л.В.</i> Удосконалення процесу фільтрування залізорудного магнетитового концентрату ПРАТ «ЦГЗК» для забезпечення фабрики огрудкування сировиною для DRI обкотишів .....	137
<i>Моркун В. С., Моркун Н. В., Шапкіна А. А., Бобров Є. Ю.</i> Методи аналізу вібрації та акустичної емісії бурової установки в процесі буріння свердловин .....	144
<i>Peregudov V. V., Bolotnikov A. V., Peregudov Y. V., Romanenko A. O., Romanenko O. V., Demchenko D. A.</i> Analysis and improvement of the methodology for ractive calculations of open-pit rail. ....	153
<i>Ковбик К.М.</i> Дослідження протікання процесу випуску при відпрацюванні насичених водою руд у лабораторних умовах в залежності від змін фракційного складу .....	159
<i>Temchenko V.</i> Effect of changing the shape of the rarefaction chamber of a device for removing water from the rope surface on air flow parameters: a technical note .....	164
<i>Анотації</i> .....	169

8. Wang X, Shi J, Liu J, Yang L, Wu Z. Creep behavior of basalt fiber reinforced polymer tendons for prestressing application. *Mater Des* 2014;59:558-64.
9. Elgabbas F, Vincent P, Ahmed EA, Benmokrane B. Experimental testing of basalt-fiber-reinforced polymer bars in concrete beams. *Compos Part B-Eng* 2016;91:205-18.
10. Fiore V, Scalici T, Di Bella G, Valenza A. A review on basalt fibre and its composites. *Compos Part B-Eng* 2015;74:74-94.
11. Ramakrishnan V, Panchalan R. A new construction material – non-corrosive basalt bar reinforced concrete. *ACI* 2005;229:253-270.
12. Thorhallsson ER, Snaebjornsson JT. Basalt Fibers as New Material for Reinforcement and Confinement of Concrete. *Solid State Phenomena* 04/2016; 249. DOI:10.4028/www.scientific.net/SSP.249.79.
13. Gunnarsson A, Thorhallsson ER, Snaebjornsson JT. Simulation of experimental research of concrete beams prestressed with BFRP tendons. In proceedings of the XXII Nordic Concrete Research Symposium Reykjavik, Vodskov: 2014, p. 153-156 .
14. Thorhallsson ER, Gudmundsson SH. Test of prestressed basalt FRP concrete beams with and without external stirrups. In: Dancygier AV, editor. Proceedings of Fib symposium Engineering a Concrete future: Technology, modelling & Construction, Tel Aviv; 2013, p. 393-396.
15. S Sakhno, Y Liulchenko, T Chyrva, P O.Yanova L.Pischikova O. Determination of bearing capacity and calculation of the gain of the damaged span of a railway overpass by the finite element method. **Topical scientific researches into resource-saving technologies of mineral mining and processing.** — Sofia Publishing house “St.Ivan Rilski”, 2020. p.326-339 ISBN 978-954-353-408-1.
16. S Sakhno, Y Liulchenko, K. Bilashenko Investigation of the applicability of nonlinear mathematical models of concrete strength for modeling the destruction of concrete prisms Kryvyi Rih National University Hirnychyy visnyk. 2020,107 p. 68-73.
17. Sakhno, S. and Yanova, L. and Pischikova, O. (2021) Comparison of the structural properties of concrete beams with composite basalt and steel reinforcement. Energy- and resource-saving technologies of developing the raw-material base of mining regions. pp. 386-404. DOI: 10.31713/m1024.

Рукопис подано до редакції 28.03.24

УДК 622.647.2

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.,  
А.С. ГРОМАДСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Ю.І. ЧУМАК, ст. викладач  
Криворізький національний університет

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ОПОР КОВЗАННЯ БЕЗРОЛИКОВИХ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

**Мета.** Метою роботи є удосконалення конструкції опор ковзання стрічкових конвеєрів для переміщення крупношматкових вантажопотоків. Необхідність перевезення величезних обсягів вантажів у гірничій та гірничозбагачувальній галузях промисловості вимагає широкого використання високопродуктивних транспортних засобів безупинного типу, насамперед стрічкових конвеєрів. З огляду на те, що вони не пристосовані для транспортування гірничої маси зі шматками крупністю більше 300-350 мм, важливого значення набувають спеціальні конструкції такого обладнання, у тому числі безроликів з ковзною стрічкою. Таким чином, важливість та актуальність теми дослідження не викликає жодних сумнівів.

**Методи дослідження.** Використання конвеєрів з ковзною стрічкою забезпечує можливість реалізації спокійного, малодинамічного режиму транспортування крупношматкових вантажів, кращі умови роботи стрічки та скорочення загальної вартості конвеєра за рахунок відмови від чисельних конструкцій дорогих та недостатньо надійних роликоопор. Проведені дослідження підтвердили, що використання дешевих і доступних антифрикційних матеріалів для виготовлення довгомірних елементів ковзання дозволить отримати високоефективні конструкції конвеєрних установок для подібних умов експлуатації. Для досягнення мети роботи потрібно запропонувати доцільну конструктивну схему опор ковзання, яка забезпечує найкращі умови роботи конвеєра. Виходячи з цього, зроблено висновок про необхідність обґрунтування раціональних параметрів елементів ковзання.

**Наукова новизна.** Досліджено та розроблено раціональну конструкцію опор ковзання безроликового стрічкового конвеєра для транспортування крупношматкових вантажопотоків, що відрізняється простотою, технологічністю виготовлення, зручністю проведення монтажних і демонтажних операцій, а також пристосованістю до роботи в умовах змінних навантажень на стрічку.

**Практична значимість.** Практичне впровадження запропонованої пропозиції забезпечить розширення області використання стрічкового конвеєрного транспорту у важких умовах видобувних і переробних підприємств гірничорудної промисловості.

**Результати.** Обґрунтовано та розроблено технічне рішення опорних антифрикційних елементів стрічкового конвеєра з ковзною стрічкою, що дозволяє транспортування крупношматкових вантажів з підвищеною швидкістю та зменшеними витратами енергії.

**Ключові слова:** технологічний процес транспортування гірничої маси стрічковими конвеєрами з опорами ковзання, антифрикційні елементи зі зниженим коефіцієнтом тертя ковзання.

doi: 10.31721/2306-5435-2024-1-112-12-17

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Ефективна виробнича діяльність численних промислових підприємств, що пов'язана з необхідністю переміщення значних обсягів вантажів, немислима без використання сучасних засобів транспорту. У повній мірі це відноситься до гірничої та гірничозбагачувальної галузей, де щоденно потрібно транспортувати мільйони тонн мінеральної сировини та продуктів її переробки. Найбільш продуктивно можна забезпечити виконання такого грандіозного завдання за допомогою транспортного обладнання безупинного типу, у першу чергу конвеєрів [1-3].

Найбільш поширеним типом конвеєрного транспорту є стрічковий, який відрізняється достатньою простотою конструктивного виконання, технологічністю, економічністю та великою продуктивністю. Стрічкові конвеєри знаходять помітне використання у кар'єрах і на збагачувальних фабриках, усе більше застосовуються у підземних умовах. Проте в умовах гірничорудних видобувних підприємств для них існують певні обмеження, обумовлені значною вагою та абразивністю гірничої маси, а, головне – крупністю шматків у рудопотоках. Внаслідок високої міцності більшості металевих руд, зокрема залізних, у гірничій масі, що транспортується із забоїв шахт і кар'єрів, може бути до 6% (за масою) шматків розміром до 1000 мм, а деколи й більше [4-6].

Утім, звичайні конструкції стрічкових конвеєрів із жорсткими роликоопорами здатні переміщати рудопотоки зі шматками крупністю не більше 300-350 мм. Крупніші камені під час транспортування створюють надзвичайно високий руйнівний динамічний вплив на стрічку та роликоопори, вартість яких у підсумку може складати до 70-80% загальної вартості конвеєра. Тому для переміщення крупношматкових вантажів потрібно використовувати спеціальні конструкції стрічкових конвеєрів, пристосовані для роботи у таких умовах експлуатації [3,5,6].

Серед відомих представників подібних установок слід згадати конвеєри з канатним поставом і підвісними роликоопорами, конструкції стрічково-ланцюгового, стрічково-канатного та стрічково-візкового типу. У першому випадку динамічний вплив крупношматкового рудопотоку амортизується за рахунок використання піддатливого канатного поставу, а решта вказаних конструкцій забезпечує звільнення конвеєрної стрічки від тягової функції – в них вона виконує лише роль підтримки вантажу. Ще одним можливим варіантом підвищення крупності транспортованих вантажопотоків є застосування безроликівих конвеєрів із ковзною стрічкою [5,6].

З огляду на це, задача вибору та обґрунтування раціональних конструктивних параметрів подібного обладнання є вельми важливою та актуальною.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Переміщення крупношматкового матеріалу стрічкою звичайного роликового конвеєра супроводжується наявністю різноманітних опорів, головні з яких викликаються особливим характером руху стрічки з вантажем. Причинами них стають перекошування стрічки разом зі шматками матеріалу через ролики, провисання її у проміжках між ними. Шар вантажу і сама стрічка при цьому деформуються, шматки і ролики втискаються у стрічку, багато енергії витрачається через тертя у підшипникових опорах роликів. Крім того, на таких конвеєрах часто за різними причинами спостерігаються бічні сходи стрічок і тертя їх бортів відносно нерухомих поставів установок. Усе це призводить до передчасного виходу з ладу стрічок і роликоопор [4,5].

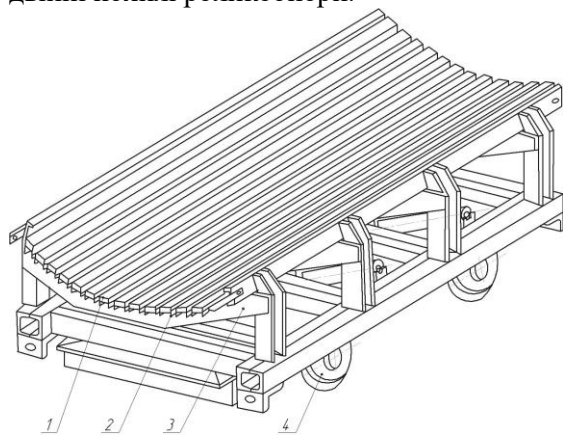
На відміну від роликівих конструкцій, у конвеєрах з ковзною стрічкою остання рухається, спираючись на жолоб з матеріалу, що має низький коефіцієнт тертя ковзання. Процес переміщення стрічки з вантажем відбувається при цьому у стійкому спокійному режимі, немає ворушіння матеріалу, його шматки практично не змінюють свого положення, адже вони не змушені підніматися на ролики і провалюватися у проміжки між ними. Відсутні й решта перерахованих вище негативних факторів, якими супроводжується процес транспортування роликівих конструкціями. Основний опір руху стрічки при цьому обумовлюється тертям стрічки відносно

жолобу. Такі установки мають менші габаритні розміри у поперечному перетині, простіші у конструктивному та експлуатаційному відношенні через різке скорочення числа роликкоопор (вони, як правило, залишаються тільки на порожній гілці стрічки). Ще однією дуже важливою експлуатаційною перевагою стрічкових конвеєрів з опорами ковзання над звичайними роликковими конструкціями слід визнати можливість підвищення кута нахилу установок з 15-18 до 26° внаслідок відсутності ворухіння шматків вантажу на стрічці [4-6].

Існують різні конструктивні рішення стрічкових конвеєрів з ковзною стрічкою, але найбільш перспективними вважаються установки з опорами ковзання, виконаними з антифрикційних матеріалів. Ефективність промислового використання такого транспортного обладнання залежить головним чином від якості та фізико-механічних властивостей останніх. Від них очікуються мінімальні величини коефіцієнту тертя ковзання відносно стрічки, високі показники ударної та згинальної міцності, стійкості проти зносу, займистості та надлишкового водопоглинання, низька вартість та недефіцитність. Важливою вимогою до них є придатність до переробки за допомогою методу екструзії у довгомірні вироби або нанесення антифрикційного шару на основу з іншого матеріалу для формування з них жолобів ковзання вантажонесучої гілки стрічки.

Свого часу спеціалістами провідних вітчизняних науково-дослідницьких установ були проведені докладні роботи з вивчення та порівняльного аналізу можливих типів полімерних та інших матеріалів для опор ковзання. Серед них можна згадати композиції на основі фторопласту та капрону, конструкційний текстоліт, антифрикційні поліаміди різних видів тощо. Результати виконаних досліджень дозволили запропонувати декілька найбільш перспективних, а саме: високомолекулярний поліетилен низького тиску ПНД, композиційні матеріали на основі надвисокомолекулярного поліетилену СВМПЕ, деревну прескомпозицію з полімерними добавками ЕД-ПАН. Усі вони мають достатньо низький коефіцієнт тертя ковзання і порівняно невисоку вартість, технологічні у виготовленні та переробці [7-10].

Використання таких матеріалів у вигляді довгомірних смуг того чи іншого поперечного перетину для армування конвеєрного постапу дає можливість отримати працездатні конструкції конвеєрів для транспортування крупношматкової руди. Достовірність цього висновку багато разів була перевірена на практиці під час створення експериментальних установок конвеєрів з ковзною стрічкою. Наприклад, спільними зусиллями науковців інститутів НДГРІ та ІТТМ АН СРСР була розроблена конструкція модульного стрічкового конвеєра з опорами ковзання [11]. Для підвищення мобільності установки її приводні та лінійні секції змонтовані на ходових частинах шахтних вагонеток ВГ4,5А. Такий конвеєр, зібраний з необхідної кількості секцій за допомогою стяжних болтів, може бути у найкоротші терміни доставлений шахтним електровозом в будь-який потрібний у даний момент очисний забій для роботи у комплексі із засобами випуску руди з блоку, навантаження її на конвеєр та подальшого перевантаження у вагонетки магістральної електровозної відкатки. На рис. 1 показана схема лінійної секції конвеєра. Для вантажонесучої гілки стрічки опорна поверхня має вигляд увігнутого жолобу, утвореного поздовжніми смугами, виконаними з матеріалу ПНД. Для нижньої холостої гілки стрічки передбачені подвійні похилі роликкоопори.



**Рис. 1.** Лінійна секція модульного стрічкового конвеєра з опорами ковзання: 1 – опори ковзання з поліетилену низького тиску ПНД; 2 – поздовжні; опорні швелери; 3 – поперечні опорні шпангоути; 4 – ходова частина

Окрім цього конвеєра працездатність розроблених технічних рішень щодо створення ефективних конструкцій стрічкових конвеєрів та живильників для шахт і дробильно-сортувальних фабрик була багаторазово підтверджена в інших розробках згаданих інститутів [7-9]. Таким чином було переконливо доведена необхідність широкого практичного впровадження подібного обладнання у гірничорудній промисловості в умовах

добувних та переробних підприємств, що мають справу з крупношматковими абразивними вантажопотоками.

Проте, питання вибору раціональних геометричних та експлуатаційних параметрів елементів ковзання безроликкових стрічкових конвеєрів потребує подальшого вивчення.

**Постановка задачі.** Для вирішення цього питання представляється доцільним обґрунтування раціонального поперечного перетину поздовжніх смуг ковзних опор поставів конвеєрів, можливих способів їх кріплення на останніх та додаткових заходів зниження коефіцієнтів тертя між ними і стрічкою.

**Викладення матеріалу та результати досліджень.** Для забезпечення потрібного режиму спокійного транспортування вантажу на ковзній стрічці без ворухіння шматків опори ковзання робочої гілки повинні утворювати майже суцільний увігнутий жолоб, принаймні у вигляді окремих смуг з невеликими проміжками між ними (як це показано на рис. 1). Для спрощення конструктивного виконання цих смуг краще виконувати їх з прямокутним поперечним перетином, але у цьому випадку вони будуть занадто матеріалоємними, а для їх кріплення на опорних майданчиках поставу потрібно буде використовувати численні болтові з'єднання, що значно підвищить витрати на монтажні-демонтажні операції та заміну зношених елементів новими.

Тому більш раціональними та економічними з точки зору витрат матеріалу та робочого часу будуть елементи ковзання у вигляді поздовжніх смуг каркасного типу з внутрішніми порожнинами (наприклад, П-подібної форми у поперечному перетині) та з можливістю швидкого закріплення на сталевих опорах за допомогою пружних фіксаторів. Фіксатори закріплені на швелері за допомогою заклепок через амортизаційну прокладку. Елемент ковзання фіксується на поставі шляхом натискання і замикання на фіксаторі. Демонтаж елемента здійснюється зніманнями стрижнями, що уводяться у спеціальні монтажні пази і виштовхують їх догори.

Незважаючи на високі заявлені антифрикційні властивості пропонованих матеріалів для опор ковзання, в реальних умовах експлуатації вони можуть бути суттєво гіршими. Абразивний рудний дріб'язок потраплятиме у місця контакту стрічки з елементами ковзання і підвищуватиме величину коефіцієнту тертя. За таких обставин доцільним буде використання додаткових практичних заходів для його зниження.

Хороші результати може дати застосування змащувальних рідин, які потрібно подавати у ці зони контакту. Разом із зниженням опору руху стрічки по жолобу з антифрикційним покриттям вони запобігатимуть нагріву третьових поверхонь [12]. Для здешевлення цієї операції в якості змащувальної рідини можна використовувати воду.

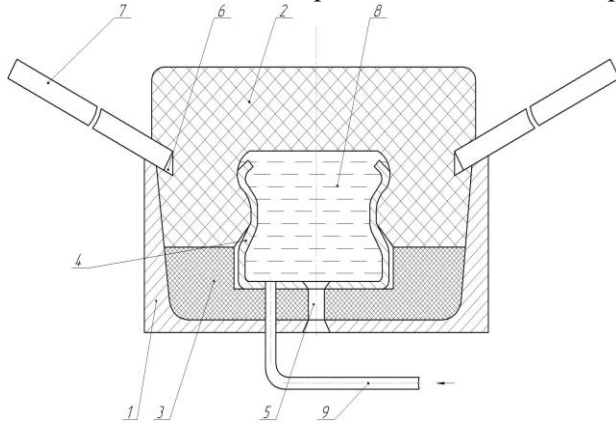
Відомі технічні рішення подібного типу описані у патентній літературі. Наприклад, у британському патенті [13] пропонується використовувати зволожувач з резервуаром для змащувальної рідини, який постачений капілярними отворами в елементах ковзання, виконаних у вигляді труб. Рідина з резервуару нагнітається у труби за допомогою насоса. Основним недоліком такого рішення є необхідність використання складного насосного обладнання.

Для спрощення конструкції зволожувач може бути виконаний у вигляді касети з гнотом, один кінець якого виходить з отвору в елементі ковзання і контактує з неробочою поверхнею вантажної гілки стрічки, а другий розташовується у резервуарі зі змащувальною рідиною [14]. У даному випадку кількість рідини, що потраплятиме у зону контакту третьових поверхонь, може бути недостатньою.

Кращим, на наш погляд, рішенням представляється примусова дозована подача змащувальної рідини у моменти, коли вона особливо потрібна. Така подача має бути диференційованою: більше робоче навантаження на стрічку (від рудопотоку у цілому та від окремих крупних шматків матеріалу), а, значить, більший натиск останньої на опори ковзання повинні викликати зростання подачі рідини у зону контакту. Подібне технічне рішення запропоновано в а.с. [15]. В ньому елемент ковзання з нижньою частиною у вигляді ластівчина хвоста входить в еластичний корпус і спирається на нього. У цьому корпусі під елементом ковзання передбачена порожнина з рідиною, яка може потрапляти у зону контакту стрічки з елементом через отвір у ньому. Під час роботи конвеєра у моменти збільшення навантаження на стрічку елемент ковзання стискає корпус, об'єм порожнини зменшується і рідина витискається через отвір під стрічку.

Пропонується об'єднати переваги такого роду подачі змащувальної рідини з описаними вище конструктивно-експлуатаційними властивостями елементів ковзання стрічкового конвеєра. На рис. 2 показана схема конструктивного виконання та способу закріплення такого елемента на опорній поверхні конвеєрного поставу, виконаної зі стандартного прокатного профілю (наприклад, швелеру). Опорний швелер 1 нерухомо закріплений на поставі конвеєра. У ньому роз-

ташовується амортизаційна прокладка 3, а у центральній канавці останньої з певним кроком – пружні фіксатори 4. Швелер, прокладка і фіксатори з'єднуються між собою за допомогою заклепок 5. Елемент ковзання 2 закріплюється на описаній конструкції шляхом натискання зверху і замикавання на фіксаторах. При цьому між елементом ковзання і амортизаційною прокладкою утворюється порожнина 8, в яку через канал 9 із загального резервуару подається змащувальна рідина. Постачання рідиною усіх елементів ковзання поперечного перетину жолобу вантажної гілки конвеєра здійснюється з двох таких резервуарів, розташованих з обох боків поставу вище елементів для створення постійного підпору рідини.



**Рис. 2.** Можливий варіант конструктивного виконання та способу закріплення елемента ковзання на опорній поверхні конвеєрного поставу: 1 – опорний швелер; 2 – елемент ковзання; 3 – амортизаційна прокладка; 4 – пружний фіксатор; 5 – заклепка; 6 – монтажні пази; 7 – знімні стрижні; 8 – порожнина для змащувальної рідини; 9 – канал подачі змащувальної рідини з резервуару

При підвищенні величини навантаження на стрічку елемент ковзання буде стискати амортизаційну прокладку і зменшувати об'єм внутрішньої порожнини під собою, що викликатиме витискання змащувальної рідини через отвори у зону контакту стрічки з елементом, причому об'єм витискання буде пропорційним величині навантаження. Такий диференційований режим змащення забезпечуватиме раціональне зниження сил тертя між стрічкою та антифрикційними поверхнями елементів ковзання у залежності від умов роботи конвеєра. В результаті можна очікувати суттєвого зниження споживаної потужності приводу конвеєра та забезпечення можливості підвищення швидкості транспортування крупношматкових вантажів у 1,5-2 рази у порівнянні з роликowymi конвеєрами за рахунок постійного охолодження змащувальною рідиною як зон контакту стрічки з опорами ковзання, так і внутрішніх поверхонь останніх.

Для спрощення демонтажу елемента ковзання, показаного на рис. 2, у ньому передбачені монтажні пази 6, в які в разі необхідності вставляються знімні стрижні 7 для виштовхування елемента ковзання вгору.

Для спрощення демонтажу елемента ковзання, показаного на рис. 2, у ньому передбачені монтажні пази 6, в які в разі необхідності вставляються знімні стрижні 7 для виштовхування елемента ковзання вгору.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Практичне впровадження запропонованих технічних рішень дасть можливість отримати працездатні конструкції стрічкових конвеєрів з ковзною стрічкою для транспортування крупношматкових рудопотоків в умовах видобувних та збагачувальних підприємств гірничорудної галузі. Для цього потрібні подальші дослідження з метою створення та промислового випробування таких конструкцій.

#### Список літератури

1. Турушин В.О. Машини промислового транспорту безперервної дії: навч. посібник / В.О. Турушин, В.В. Федорченко. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. – 134 с.
2. Гончарук О.М. Вантажопідійомна, транспортуюча та транспортна техніка / О.М. Гончарук, В.М. Стрілець. – Рівне: НУВГП, 2006. – 345 с.
3. Біліченко М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич, В.І. Тарасов, А.М. Варшавський, О.В. Денищенко, Ю.М. Зражевський, О.С. Пригунов, В.С. Трошило, Ю.М. Шендерович. – Дніпропетровськ: НГУ, 2005. – 646 с.
4. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2012. – 276 с.
5. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 528 с.
6. Дьяков В.А. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков, Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев, И.В. Запенин, Ю.С. Пухов, Е.Е. Шешко. – М.: Недра, 1982. – 349 с.
7. Разработка и испытания в промышленных условиях экспериментальных образцов оборудования повышенной эксплуатационной надежности системы подземного и поверхностного транспорта рудных шахт / Отчет о НИР / рук. Е.Е. Новиков. – Днепропетровск: ИГТМ АН УССР, 1987. – 52 с.
8. Разработка, изготовление и испытания в условиях ЗЖРК экспериментального образца конвейера / Отчет о НИР № 2.2-3-а-97-88-Р / рук. А.В. Бровко. – Кривой Рог: НИГРИ, 1989. – 103 с.



9. Создание новых конструкционных материалов на основе высокомолекулярных полимеров и оборудования для их переработки для изготовления опор скольжения безроликовых конвейеров / Отчет о НИР № 093202.50-062 / рук. **Г.Ф. Волынский**. – Кривой Рог: НИГРИ, 1993. – 45 с.

10. **Парховник Р.Б.** Выбор материала опор скольжения забойного ленточного конвейера / Шахтный и карьерный транспорт, вып. 11 / **Р.Б. Парховник, Ю.Г. Горбачев, А.Г. Сыч**. – М.: Недра, 1990. – С. 166-169.

11. **Каварма И.И.** Модульный ленточный конвейер с опорами скольжения / Шахтный и карьерный транспорт, вып. 11 / **И.И. Каварма, Р.Б. Парховник, Ю.Г. Горбачев, И.А. Шпакунов**. – М.: Недра, 1990. – С. 163-166.

12. **Костерин Л.С.** Выбор основных параметров смазочно-охлаждающей среды для конвейера с лентой на опорах скольжения / Шахтный и карьерный транспорт, вып. 11 / **Л.С. Костерин**. – М.: Недра, 1990. – С. 169-173.

13. Патент Великої Британії № 1273134, В8А, 1972.

14. А.с. СССР № 793892 «Ленточный конвейер», В65G 15/28, 1979 / **С.Д. Щербаков**.

15. А.с. СССР № 1487356 «Ленточный конвейер», В65G 15/28, 1987 / **И.И. Каварма, Р.Б. Парховник, Ю.Г. Горбачев, С.Н. Козырев, И.А. Шпакунов**.

Рукопис подано до редакції 22.03.24

УДК [005.21:330.322]:[336.14:352]

Н.О. СЛОБОДЯНЮК, д-р екон. наук, проф., Р.В. КОРОЛЕНКО, канд. екон. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## ТЕОРЕТИКО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-СТРАТЕГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ УКРАЇНИ

**Мета.** Метою статті є семантичний аналіз дефініцій «децентралізація», «інвестиційний потенціал», що складає теоретичну основу інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів, а також систематизація, конкретизація його ресурсних складових та ризиків впливу різної етіології, обґрунтування ефективних інструментів зростання інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів відповідно до прийнятих правових засад його функціонування та розвитку в умовах децентралізації.

**Методи дослідження.** В статті використано методи: узагальнення й системний метод, аналіз і синтез, семантичний аналіз, абстрактно-логічний аналіз, метод порівняльного аналізу.

**Наукова новизна.** Набуло подальшого розвитку науковий підхід трактування сутності інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів в умовах децентралізації, що визначає їх здатність формувати сприятливий інвестиційний клімат в умовах дії ризиків різної етіології, в тому числі ризиків бюджетної децентралізації, можливість залучати реальні інвестиційні потоки стратегічного значення, нарощувати фінансову спроможність з метою вирішення нагальних соціально-економічних завдань відповідно до прийнятої стратегії розвитку регіону задля досягнення показників національної безпеки.

**Практичне значення.** Основні наукові положення статті можуть бути доведені до рівня методичних розробок й практичних рекомендацій для обізнаності громадськості, бізнесу та державних структур щодо питань залучення інвестиційних ресурсів до місцевих бюджетів в умовах децентралізації.

**Результати.** Досліджено та конкретизовано суть бюджетної децентралізації як механізму пошуку додаткових джерел власних ресурсів місцевих бюджетів через розширення доступу до інструментів вітчизняного й міжнародного фінансового ринку, обґрунтовано позитивний вплив реформи децентралізації на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів. Ідентифіковано, систематизовано існуючі ризики впливу на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів, виокремлено групу ризиків бюджетної децентралізації. Надана оцінка динаміці змін кількості договорів ДПП за 2022-2023 рр., обґрунтовано фактори, що стримують їх ефективну реалізацію. Досліджено вплив міжнародних донорів на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів.

**Ключові слова:** місцевий бюджет, децентралізація, інвестиційно-стратегічний потенціал, ДПП, інвестиції.

doi: 10.31721/2306-5435-2024-1-112-17-23

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Реформа децентралізації, що розпочата з 2014 року, має на меті не тільки формування ефективного місцевого самоврядування й територіальної організації влади задля подолання дисбалансу соціально-економічного розвитку регіонів, підвищення якості та рівня життя населення, формування відповідного середовища з надання доступних публічних послуг, але й сприяє загалом підвищенню рівня конкурентоспроможності таких регіонів, в тому числі за рахунок формування інвестиційного стратегічного потенціалу місцевих бюджетів. Відтак, обрана тематика дослідження є вкрай актуальною та носить прикладний характер.

**Результати.** В роботі розроблена математична модель армованої бетонної балки. Формування моделі відбувалось в програмному комплексі ANSYS Student. Для аналізу використовувались деформативні та міцнісні характеристики моделей. Для моделей із композитної арматури прийнято два варіанти діаметрів стрижнів: відповідні діаметри композитної та сталеві арматури однакові та відповідні діаметри композитної арматури розраховували із умов однакових початкових деформацій зі сталеві арматурою. Наведено методику підбору діаметру композитної арматури, яка має однакові деформації зі сталеві арматурою. За результатами моделювання для різних моделей зіставляли прогини балки, відносні деформації бетону, аксіальні напруження стиску і розтягу в бетоні, аксіальні напруження в стрижнях верхнього і нижнього поясу, ступінь використання несучої здатності матеріалу стрижнів. В роботі визначено, що прогини балки з базальтовою арматурою значно більші ніж у балки зі сталеві арматурою. При цьому напруження бетону в балці з базальтовою арматурою майже вдвічі більші ніж в балці зі сталеві арматурою. Напруження розтягу і стиску в базальтовій арматурі в 1,8 рази, а в базальтовій арматурі збільшеного діаметру в 3,6 рази менші ніж в моделі зі сталеві арматурою. За однакових навантажень максимальний коефіцієнт використання у сталеві арматури, мінімальний – у моделі з базальтовою арматурою збільшеного діаметру. Коефіцієнти використання несучої здатності базальтової арматури в п'ять разів, а базальтової арматури збільшеного діаметру в десять разів нижчі ніж у сталеві арматури.

**Ключові слова:** бетон, базальтова арматура, метод скінчених елементів, деформації, міцність.

**Sakhno S.I., Popruha D.V., Mokryak H. V.** Peculiarities of the work of a concrete beam with basalt armature

**Objective of research.** The work compares the deformation and strength characteristics of a concrete beam reinforced with steel and basalt armature.

**Research methods.** A mathematical model of a reinforced concrete beam was studied using the finite element method. The Drucker-Prager model was used to calculate concrete parameters, and the bilinear deformation model was used for steel reinforcement.

**The purpose** of the work is to identify the advantages and disadvantages of using basalt rod reinforcement by analyzing the behavior of digital models of reinforced concrete beams.

**Scientific novelty.** Application of the finite element method made it possible to identify the distribution of stresses in concrete and composite armature and to calculate the coefficients of armature bearing capacity utilization.

**Practical meaning.** The analysis of the advantages and disadvantages of basalt armature is carried out in this work. It allows designers to decide on the area of its application in structures.

**Results.** The work developed a mathematical model of a reinforced concrete beam. Model formation took place in the ANSYS Student software package. The deformation and strength characteristics of the models were used for the analysis. For composite armature models, two options for rod diameters were taken: the corresponding diameters of composite and steel armature are the same, and the corresponding diameters of composite armature were calculated from the conditions of the same initial deformations with steel reinforcement. The method of selecting the diameter of the composite armature, which has the same deformations as the steel one, is given. According to the simulation results, beam deflections, relative deformations of concrete, axial compressive and tensile stresses in concrete, axial stresses in the rods of the upper and lower belts, and the degree of the bearing capacity utilization for the material for the rods were compared for different models.

In the paper, it is determined that the deflections of beams with basalt armature are significantly larger than those of beams with steel armature. At the same time, concrete stresses in a beam with basalt armature are almost twice as high as in a beam with steel armature. Tensile and compressive stresses in basalt armature are 1.8 times lower, and in basalt armature of increased diameter, they are 3.6 times lower than in the model with steel armature. Under the same loads, the maximum coefficient of use is for steel armature, and the minimum is for the model with basalt armature of increased diameter. The bearing capacity utilization coefficients of basalt armature are five times lower, and basalt armature with increased diameter is ten times lower than that of steel armature.

**Key words:** concrete, basalt armature, finite element method, deformations, strength.

УДК 622.647.2

**Горбачов Ю.Г., Хруцький А.О., Громадський А.С., Чумак Ю.І.** Обґрунтування раціональних параметрів опор ковзання безроликів стрічкових конвеєрів

**Мета.** Метою роботи є удосконалення конструкції опор ковзання стрічкових конвеєрів для переміщення крупношматкових вантажопотоків. Необхідність перевезення величезних обсягів вантажів у гірничій та гірничозбагачувальній галузях промисловості вимагає широкого використання високопродуктивних транспортних засобів безупинного типу, насамперед стрічкових конвеєрів. З огляду на те, що вони не пристосовані для транспортування гірничої маси зі шматками крупністю більше 300-350 мм, важливого значення набувають спеціальні конструкції такого обладнання, у тому числі безроликові з ковзною стрічкою. Таким чином, важливість та актуальність теми дослідження не викликає жодних сумнівів.

**Методи дослідження.** Використання конвеєрів з ковзною стрічкою забезпечує можливість реалізації спокійного, малодинамічного режиму транспортування крупношматкових вантажів, кращі умови роботи стрічки та скорочення загальної вартості конвеєра за рахунок відмови від чисельних конструкцій дорогих та недостатньо надійних роликів-опор. Проведені дослідження підтвердили, що використання дешевих і доступних антифрикційних матеріалів для виготовлення довгомірних елементів ковзання дозволить отримати високоефективні конструкції конвеєрних установок для подібних умов експлуатації. Для досягнення мети роботи потрібно запропонувати доцільну конструктивну схему опор ковзання, яка забезпечує найкращі умови роботи конвеєра. Виходячи з цього, зроблено висновок про необхідність обґрунтування раціональних параметрів елементів ковзання.

**Наукова новизна.** Досліджено та розроблено раціональну конструкцію опор ковзання безроликового стрічкового конвеєра для транспортування крупношматкових вантажопотоків, що відрізняється простотою, технологічністю виготовлення, зручністю проведення монтажних і демонтажних операцій, а також пристосованістю до роботи в умовах змінних навантажень на стрічку.

**Практична значимість.** Практичне впровадження запропонованої пропозиції забезпечить розширення області використання стрічкового конвеєрного транспорту у важких умовах видобувних і переробних підприємств гірничорудної промисловості.

**Результати.** Обґрунтовано та розроблено технічне рішення опорних антифрикційних елементів стрічкового конвеєра з ковзною стрічкою, що дозволяє транспортування крупношматкових вантажів з підвищеною швидкістю та зменшеними витратами енергії.

**Ключові слова:** технологічний процес транспортування гірничої маси стрічковими конвеєрами з опорами ковзання, антифрикційні елементи зі зниженим коефіцієнтом тертя ковзання.

**Horbachov Iu., Khrutskiy A., Hromadskiy A., Chumak Iu.** Justification of the rational parameters of sliding resistance rollerless belt conveyors

**Goal.** The purpose of the work is to improve the design of the sliding supports of belt conveyors for the movement of bulk cargo flows. The need to transport huge volumes of cargo in the mining and mining industries requires the widespread use of high-performance non-stop vehicles, primarily belt conveyors. Due to the fact that they are not suitable for transporting mining mass with pieces larger than 300–350 mm, special designs of such equipment, including roller-less ones with a sliding belt, are of great importance. Thus, there is no doubt about the importance and relevance of the research topic.

**Research methods.** The use of conveyors with a sliding belt provides the possibility of realizing a calm, low-dynamic mode of transportation of bulky goods, better working conditions of the belt and reduction of the overall cost of the conveyor due to the rejection of numerous structures of expensive and insufficiently reliable roller supports. The conducted studies confirmed that the use of cheap and affordable anti-friction materials for the manufacture of long-dimensional sliding elements will allow obtaining highly efficient designs of conveyor installations for similar operating conditions. To achieve the goal of the work, it is necessary to propose an appropriate structural scheme of the sliding supports, which provides the best conditions for the conveyor. Based on this, a conclusion was made about the need to justify the rational parameters of sliding elements.

**Scientific novelty.** The rational design of the sliding supports of the rollerless belt conveyor for the transportation of bulk cargo flows has been researched and developed, which is characterized by simplicity, manufacturability, ease of assembly and disassembly operations, as well as adaptability to work under conditions of variable loads on the belt.

**Practical significance.** The practical implementation of the proposed proposal will ensure the expansion of the area of use of belt conveyor transport in difficult conditions of mining and processing enterprises of the mining industry.

**Results.** The technical solution of the supporting anti-friction elements of the belt conveyor with a sliding belt was substantiated and developed, which allows the transportation of bulky goods with increased speed and reduced energy consumption.

**Keywords:** the technological process of transporting mining mass by belt conveyors with sliding supports, anti-friction elements with a reduced coefficient of sliding friction.

УДК [005.21:330.322]:[336.14:352]

**Слободянюк Н.О., Короленко Р.В.** Теоретико-правові засади формування інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів в умовах децентралізації державної влади України

**Мета.** Метою статті є семантичний аналіз дефініцій «децентралізація», «інвестиційний потенціал», що складає теоретичну основу інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів, а також систематизація, конкретизація його ресурсних складових та ризиків впливу різної етіології, обґрунтування ефективних інструментів зростання інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів відповідно до прийнятих правових засад його функціонування та розвитку в умовах децентралізації.

**Методи дослідження.** В статті використано методи: узагальнення й системний метод, аналіз і синтез, семантичний аналіз, абстрактно-логічний аналіз, метод порівняльного аналізу.

**Наукова новизна.** Набуло подальшого розвитку науковий підхід трактування сутності інвестиційно-стратегічного потенціалу місцевих бюджетів в умовах децентралізації, що визначає їх здатність формувати сприятливий інвестиційний клімат в умовах дії ризиків різної етіології, в тому числі ризиків бюджетної децентралізації, можливість залучати реальні інвестиційні потоки стратегічного значення, нарощувати фінансову спроможність з метою вирішення нагальних соціально-економічних завдань відповідно до прийнятої стратегії розвитку регіону задля досягнення показників національної безпеки.

**Практичне значення.** Основні наукові положення статті можуть бути доведені до рівня методичних розробок й практичних рекомендацій для обізнаності громадськості, бізнесу та державних структур щодо питань залучення інвестиційних ресурсів до місцевих бюджетів в умовах децентралізації.

**Результати.** Досліджено та конкретизовано суть бюджетної децентралізації як механізму пошуку додаткових джерел власних ресурсів місцевих бюджетів через розширення доступу до інструментів вітчизняного й міжнародного фінансового ринку, обґрунтовано позитивний вплив реформи децентралізації на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів. Ідентифіковано, систематизовано існуючі ризики впливу на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів, виокремлено групу ризиків бюджетної децентралізації. Надана оцінка динаміці змін кількості договорів ДПП за 2022-2023 рр., обґрунтовано фактори, що стримують їх ефективну реалізацію. Досліджено вплив міжнародних донорів на інвестиційно-стратегічний потенціал місцевих бюджетів.

**Ключові слова:** місцевий бюджет, децентралізація, інвестиційно-стратегічний потенціал, ДПП, інвестиції.

**Slobodyanyuk N.O., Korolenko R.V.** Theoretical and legal foundations of the formation of the investment and strategic potential of local budgets in the conditions of decentralization of the state power of Ukraine

**Purpose.** The purpose of the article is a semantic analysis of the definitions "decentralization", "investment potential", which constitutes the theoretical basis of the investment-strategic potential of local budgets, as well as systematization, specification of its resource components and risks of influence of various etiologies, substantiation of effective tools for increasing the investment-strategic potential of local budgets in accordance with the accepted legal principles of its functioning, development in conditions of decentralization.

**Гірничий вісник**  
***Науково-технічний збірник***

***Випуск 112***

Комп'ютерний набір, верстка

Підпригора Н.П.

Підписано до друку 26.04.24 за рекомендацією Вченої Ради  
Криворізького національного університету, протокол № 10 від 23.04.2024 року.  
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 22,67 Тираж 100 прим.  
Замовл. № 11. Укр., англ.

Надруковано:  
ФОП Сінельников Дмитро Анатолійович  
Свідоцтво ДК № 6780 від 29.05.2019р.  
50027, м. Кривий Ріг,  
пр. Металургів, 30/49  
тел. (067)773-37-17

*Адреса видавництва:*  
*вул. Віталія Матусевича, 11, Кривий Ріг, 50027*

Гірничий вісник, 2024. Вип. 112. С. 3-192