

УДК 624.012.45:625.1:691.322:621.182.95

**АНАЛІЗ МАТЕРІАЛУ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ТА РОЗРОБЛЕННЯ НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ**

Кандидати техн. наук О. І. Валовой, В. В. Афанасьєв, М. О. Валовой

**ANALYSIS OF MATERIAL REGARDING IMPROVEMENT OF THE RAILWAY TRACK
SUPERSTRUCTURE AND DEVELOPMENT OF A NEW TECHNICAL SOLUTION**

PhD (Tech.) Oleksandr Valovoi, PhD (Tech.) Vitalii Afanasiev, PhD (Tech.) Maksym Valovoi

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.352037>



Анотація. Розглянуто актуальні напрями підвищення ефективності будівництва залізниць на слабких основах. Встановлено відхилення і зміщення рейко-шпальної решітки залізничних колій на відвалах добутки залізних руд Криворізького басейну. Розроблено нову верхню будову колії, яка усуває складності колійних робіт, збільшує строки дії шарів баластної призми, замінює традиційний щебінь у призмі на щебінь із місцевих скельних гірничих порід.

Ключові слова: верхня будова залізничної колії, баластна призма, щепеневий баласт, слабкі основи.

Abstract. Modern directions for increasing the efficiency of railway construction on weak foundations are considered. Deviations and displacements of the rail-sleeper grid of railway tracks on iron ore dumps of the Kryvyi Rih Basin are established. Deviations of the track width, level, sizes of joint gaps, the difference of adjacent bending sags in circular curves (at points every 10 m for chords of 20 m) and the displacement of sleepers relative to the design position are determined. A new upper structure of a railway track has been developed, which contains a reinforced concrete block with bottom and side walls laid on an earthen bed, on the lower part of which two layers of crushed stone ballast are filled with a diaphragm between the layers, where the inner side of the side walls of the block is made in the lower part inclined at an angle of $10-45^\circ$ from the vertical and the vertex of the angle limits the lower layer of crushed stone ballast, and in the upper part the inner side of the walls is made at an angle of $140-200^\circ$ to the inclined inner side of the lower part of the side walls of the block, and the diaphragm is made such that it covers the lower layer of crushed stone ballast with the ballast layer covering between the layer and the walls of the block. In this case, the diaphragm covers the lower layer with folds on the sides near the walls of the block and at the level of the vertex of the angle α . The new structure of the railway track eliminates difficulties with track installation and repair, increases the service life of ballast prism layers, and promotes the replacement of traditional crushed stone with crushed stone from local rocks.

Keywords: upper structure of the railway track, ballast prism, crushed stone ballast, weak foundations.

Вступ. Будівництво залізничних колій можуть проводити у складних інженерно-геологічних, гідрологічних умовах. Так, міцні основи складені скельними породами, великоуламковими, піщаними, глинистими твердими і напівтвердими ґрунтами, а слабкі основи складені слабкими ґрунтами, деформація яких може викликати появу великих і нерівномірних у часі осадів верхньої будови колії. Будівництво на слабких основах пов'язано зі зростанням експлуатаційних витрат на ремонтно-відновлювальні роботи рейко-шпальної решітки, зниженням експлуатаційних показників класу, групи, підгрупи, типу колії, типу рейок, максимальної швидкості та максимальної вантажної напруги залізничної колії. При цьому поперечні профілі нульових місць і виїмок із слабких ґрунтів мають нерівномірні деформації. Це ускладнює характер порушень колії та викликає пошук і розроблення нових технічних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують актуальні напрями

підвищення ефективності будівництва залізниць на слабких основах, а саме через зміцнення баластної призми залізничної колії [1, 2] і вдосконалення верхньої будови залізничної колії [3, 4]. Це забезпечує розподіл навантаження, стабілізацію рейок і поглинання вібрацій баластною призмою від залізничного транспорту.

Розроблено спосіб зміцнення баластної призми верхньої будови залізничної колії і захисту від проникнення засмічувачів, який складається з відсіпання щебеню з утворенням насипу у вигляді баластної призми, і введення в неї сполучного, який використовують із відходів нафтопереробки [1]. Недоліком є те, що за такого способу в разі руху вагового залізничного транспорту рейко-шпальна решітка має горизонтальний зсув шпал.

Існує спосіб зміцнення баластної призми верхньої будови залізничної колії, за якого відсіпають із баластної призми частину щебеневого шару, формують із боку діючої частини шляху технологічний укис висотою H , у верхні шари укусу і

ділянки баластної призми, що примикають, шириною $H/2$ вводять рідке полімерне сполучне [2]. Недоліками такого способу зміцнення баластної призми є здатність можливого обсіпання баластних матеріалів на суміжну колію та складність проведення колійних робіт на ділянках.

Верхню будову залізничної колії підсилюють на сьогодні способом, який включає залізобетонний блок із дном і бічними стінками, що укладено на земляне полотно. На дно блока відсипано два шари щебеневого баласту з діафрагмою поміж ними [3].

Недолік – контактуючи з баластом рейко-шпальної решітки, під транспортним навантаженням виникає вібраційний вплив на баласт, який веде до сепарації щебеню так, що крупні зерна щебеню піднімаються вгору, а дрібні опускаються до низу. Така сепарація в шарах баласту веде до збільшення кількості колійних робіт із передчасної заміни щебеню і погіршує фільтрацію води із залізобетонного блока.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою досліджень будівництва залізничних колій на слабких основах є усування складності колійних робіт як із монтажу, так і ремонту, збільшення строку дії шарів баластної призми, заміна традиційного щебеню [10] на щебінь із місцевих скельних гірничих порід [6], відмова від піщаної подушки, підвищення швидкостей руху транспорту. Завданням досліджень є встановлення відхилень і зміщень рейко-шпальної решітки залізничних колій на слабких основах добутку залізних руд Криворізького басейну та розроблення технічного рішення щодо верхньої будови колії.

Матеріали та методи досліджень. Нами обстежено три ділянки з відхиленнями рейко-шпальної решітки на дерев'яних шпалах від нормованих значень за формування відвалів добутку залізної руди. Вимірювання відхилень і зміщення проводили за допомогою спеціалістів Інгулецького гірничозбагачувального

комбінату шаблоном ЦУП-1, а для шпал додатково нівеліром.

Основна частина дослідження. Залізнична колія як комплекс інженерних споруд і пристроїв, яка утворює дорогу з рейковою колією, для пропускання залізничного рухомого складу має нижню та верхню будови. Нижня будова залізничної колії являє собою комплекс інженерних споруд, сприймає навантаження і спрямовує рух рухомого складу. Нижня будова включає земляне полотно, мости, естакади, тунелі, труби, споруди для пропускання води, підпірні стінки, підсилюючі і захисні споруди. Верхня будова сучасної конструкції задовольняє основні принципи: міцність, стійкість, стабільність, зносостійкість, рух локомотива зі встановленою швидкістю. Верхня будова включає баластну призму, шпали, рейки зі скріпленнями, стрілочні переводи.

У нижній будові основною інженерною спорудою є земляне полотно. Зі спорудженням на слабкій основі і зі слабких ґрунтів виникають його дефекти, пов'язані з відхиленнями конструктивних параметрів земляного полотна від нормованих значень: верху, узбіч основного майданчика насипу, водовідводів і закуветних полиць укосів. За погонного залізничного навантаження проявляються залишкові осідання, підняття, зміщення, пошкодження або руйнування земляного полотна і його елементів від природних і техногенних впливів.

Утворюються нерівності поздовжнього профілю довжиною більше 25 м. Виникають відхилення конструктивного геометричного положення рейкової колії від нормованого проєктного. Мають місце відмови в роботі, які проявляються в порушеннях працездатності рейко-шпальної решітки верхньої будови колії локомотивом зі сходженням (відрив, перелом підрейкової основи). Потрібні влаштування верхньої будови залізничної колії з втопленою баластною призмою, проведення частих колійних ремонтів, а зі зростанням кількості відмов – зміцнення

слабкої основи, видалення наявного земляного полотна і спорудження на скельних гірських породах [6] або близьких до них ґрунтах нового земляного полотна.

Баластна призма верхньої будови колії розподіляє навантаження від залізничного транспорту на основний майданчик земляного полотна. За типових поперечних профілів баластної призми в разі щебеневого баласту застосовують двошарову призму, у якій під шаром щебеню укладають подушку піщану [7-9], гравійну, гравійно-піщану або з азбесту, мушлі. Подушка економить щебінь, не допускає забруднення щебеню через можливе проникнення ґрунту земляного полотна в баласт, оберігає ґрунт від розрідження, пересихання, розтріскування. При цьому на земляному полотні зі щільних скельних, великоуламкових і піщаних ґрунтів щебінь баластної призми можна укласти без подушки.

Для того щоб тиск від баласту на основний майданчик земляного полотна нижньої колії не призводив до утворення заглиблень у ній (баластних корит або лож), укладають достатню товщину баласту. Залежно від типу верхньої будови колії (нормального, важкого і особливо важкого) товщина шару щебеню для піщаної подушки товщиною 20 см має бути відповідно 25, 30, 35 см. Товщину одношарової призми влаштовують 0,45 м. Сучасне зростання експлуатаційних

показників залізниць потребує переведення їх на щебеневий баласт із застосуванням фракцій 5–25 мм, бажано зі щільних скельних гірських порід [6].

Спорудження залізничних колій на слабких основах відвалів, земляного полотна зі слабких ґрунтів, баластних призм із некондиційних матеріалів пов'язано з появою ділянок колій із відхиленнями і зміщеннями: відхилення за шириною колії, за рівнем, у розмірах стикових зазорів, різниця в суміжних стрілах вигину в кругових кривих (у точках через 10 м за хорди 20 м), зміщення шпал відносно проектного положення. Нами було вибрано три контрольні ділянки залізничної колії на слабких основах. Вимірювання здійснювали разом зі спеціалістами Інгулецького гірничозбагачувального комбінату.

Відхилення за шириною колії.

Відхилення за шириною колії оцінює відстань між внутрішніми гранями верхніх частин рейок. Показник важливий для забезпечення та ефективності руху залізничними коліями.

Нами проведено вимірювання відхилення за шириною колії з використанням вимірювальної лінійки, яку розміщували між внутрішніми гранями верхніх частин рейок (рис. 1, 2). Якщо виміряна відстань перевищувала допустимі відхилення, то це свідчило про наявність відхилення за шириною колії.

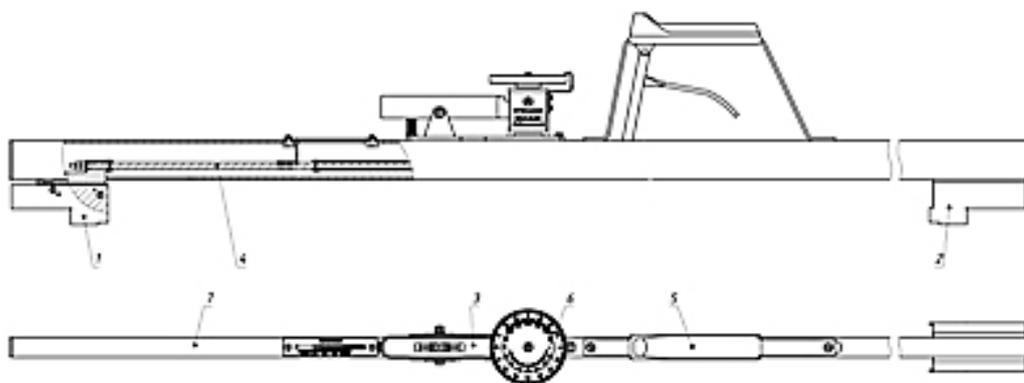


Рис. 1. Залізничний контрольний шаблон ЦУП-1



Рис. 2. Використання шаблона ЦУП-1 для вимірювань

Розширення чи звуження колії спричинено різними факторами, такими як зношення або деформація частин підвіски, несправності в системі керування, неправильне встановлення компонентів, зміна вантажопідйомності залізничного транспортного засобу тощо. Регулярна перевірка і корекція відхилень за шириною колії забезпечує рух залізничного транспорту.

Встановлено, що номінальний розмір ширини колії між внутрішніми гранями головок рейок із дерев'яними шпалами на прямих ділянках залізничної колії становить 1524 мм за відхилень відносно подовження до 1536 мм, а ширина колії на кривих радіусом від 349 м і менше – 1540...1550 мм. Визначено, що величини відхилень від норм із розширення в геометрії рейкової колії за номіналом 1524 мм становлять до +12 мм. Це спричиняє необхідність зниження швидкості локомотива на ділянках до 15 км/год, погіршує керованість, призводить до зносу коліс, колії, підвищує витрати палива.

Відхилення за рівнем. Відхилення «за рівнем» належить до змін нахилу колії в площині поперечного розрізу під час руху локомотива з різними швидкостями (рис. 3). Цей параметр важливий для забезпечення та ефективності руху залізничного транспорту на ділянках колій. Із підвищенням швидкостей зміна нахилу може мати великий вплив на стійкість локомотива.

Ми вимірювали відхилення за рівнем із використанням вимірювальної лінійки (колійного контрольного шаблона ЦУП-1). Під час вимірювання рівня залізничної колії враховували динамічні ефекти як бічні сили і через вплив відцентрової сили під час поворотів. На трьох ділянках залізничного полотна з баластною призмою з хвостів сухої магнітної сепарації гірничозбагачувального комбінату [6, 10] визначали рівень, який становив: 1) 70 мм; 2) 90 мм; 3) 80 мм, а також просідання, що становило до 140 мм. При цьому виключали ділянки, на яких відвід піднесення зовнішньої рейки влаштований у прямій.



Рис. 3. Ділянка залізничного полотна зі щєбеневою баластною призмою з місцевих матеріалів

За отриманими даними встановлено, що на ділянках 1, 2, 3 потрібно обмеження швидкості локомотива до 5...15 км/год; необхідний колійний ремонт, пов'язаний із заміною баластної призми з нефракціонованого матеріалу на баластну призму зі щєбеню крупністю 5-25 мм, а також ремонт з укріплення слабкої основи.

Різниця в суміжних стрілах вигину в кругових кривих. Різниця в суміжних стрілах вигину в кругових кривих (у точках через 10 м за хорди 20 м) являє собою

технічний параметр, пов'язаний із геометрією залізничної колії в кругових кривих (рис. 4). Суміжні стріли вигину є відстанню між внутрішніми гранями верхніх частин рейок у круговій кривій. Різниця в суміжних стрілах у точках через 10 м за хорди 20 м означає, що різницю в суміжних стрілах вимірюють у точках, які знаходяться через кожні 10 м по довжині кругової кривої, за умови, що хорда (відрізок прямої, що з'єднує кінці кривої) дорівнює 20 м.



Рис. 4. Ділянка колії для вимірювань різниці в суміжних стрілах

Цей параметр досить важливий, оскільки зміна суміжних стріл вигину може вплинути на динамічну поведінку локомотива, особливо під час проходження кривих ділянок колії, впливає на безпеку і стійкість руху поїзда під час проходження зігнутих ділянок. Суміжні стріли вигину впливають на лежання коліс на рейках і забезпечують необхідний зазор для повороту коліс у кривих, запобігаючи боковим силам, що можуть виникнути під час руху вигнутими ділянками. Цей параметр, як і інші геометричні характеристики колії, відповідає за забезпечення ефективного і безпечного руху залізничного транспорту.

Вимірювали різницю в суміжних стрілах із використанням вимірювальної лінійки (рис. 1) у точках через кожні 10 м

уздовж кругової кривої за хорді 20 м. Встановлено, що різниця суміжних стріл, вимірюваних від середини хорди завдовжки 20 м за довжини нерівності колії понад 20 до 40 м включно для трьох точок становила: 1) 70 мм; 2) 95 мм; 3) 85 мм. Висновок: потрібні обмеження швидкості руху локомотива до 5...15 км/год і ремонт верхньої будови колії зігнутої ділянки кругової кривої.

Відхилення в розмірах стикових зазорів. Відхилення в розмірах стикових зазорів на залізниці належать до змін у розмірах зазорів і з'єднань між рейками, особливо в місцях з'єднання – стиків. Стиковий зазор являє собою простір між кінцями двох суміжних рейок у стику. Ці відхилення можуть впливати на безпеку і стійкість руху залізничного складу (рис. 5).



Рис. 5. Стиковий зазор між рейками

Вимірювали відхилення в розмірах стикових зазорів із використанням вимірювальної лінійки в різних точках стику з оцінюванням ширини, висоти і глибини стикового зазора. Величини трьох стикових зазорів становили 0; 20; 15 мм. Зазор у стиках поворотних гостряків і сердечників близький до нормативного і складав 3...5 мм. Встановлено, що необхідні

регулярні вимірювання та корекції відхилень у розмірах стикових зазорів. Це забезпечує ефективність руху залізничною колією за різних швидкостей локомотива.

Зсув шпал від проєктного положення. Зсув дерев'яних шпал від проєктного положення на залізниці може відбуватися через деформацію ґрунту слабких основ, зміну вологості,

нерівномірні навантаження та інші фактори, що призводить до нерівномірного розподілу навантаження на рейки, впливає на стабільність колії та безпеку руху

залізничного транспорту. Може суттєво зменшуватися через посилення стиків і додаткове введення в рейко-шпальну решітку металевих шпал (рис. 6).



Рис. 6. Рейко-шпальна решітка з посиленням стиків і додатковими металевими шпалами

Вимірювали зміщення дерев'яних шпал за допомогою вимірювальної лінійки та нівеліра. Встановлено, що на ділянці з основою і баластною призмою з нефракціонованих місцевих матеріалів рейко-шпальна решітка укріплена металевими шпалами. Місця сходження локомотива не визначені. Зміщення дерев'яних шпал у трьох випадках становило 30, 50, 80 мм, що допустимо (80 мм за швидкості локомотива до 15 км/год). Необхідно здійснювати систематичні вимірювання та контролювати зміщення дерев'яних шпал. Це гарантує безпеку, ефективність і довговічність залізничної інфраструктури, дає змогу виявляти проблеми та проводити регулярне технічне обслуговування і підтримку належного стану колії.

Розроблення нової верхньої будови залізничної колії. Для удосконалення способу і пристрою [3] нами розроблено нову верхню будову залізничної колії, яка містить укладений на земляне полотно залізобетонний блок із дном і бічними стінками, на дно якого відсипано два шари щебеневого баласту з діафрагмою між

шарами, де внутрішня сторона бічних стінок блока виконана в нижній частині нахилоною під кутом $10-45^\circ$ від вертикалі, вершина кута обмежує нижній шар щебеневого баласту, а у верхній частині внутрішня сторона стінок виконана під кутом $140-200^\circ$ до похилої внутрішньої сторони нижньої частини бічних стінок блока, діафрагма виконана такою, що покриває нижній шар щебеневого баласту з огинанням шару баласту між шаром і стінками блока. При цьому діафрагма покриває нижній шар із відгинанням його з боків біля стін блока і на рівні вершини кута α [4, 5].

Верхня будова залізничної колії показана на рис. 7. Складається з залізобетонного блока 1, дна 2, бічних стінок 3, нижньої частини 4, яка виконана з внутрішньою стороною блока похилою під кутом $\alpha = 10-45^\circ$ до вертикалі, верхньої частини 5, стінки 3, виконаної внутрішньою стороною, нахилоною під кутом $\beta = 140-200^\circ$ до сторони кута α , шпали 6 на верхньому шарі баластного щебеню 7, нижнього 8 шару баласту щебеню, діафрагм 9 між шарами 7, 8 і стінками 3.

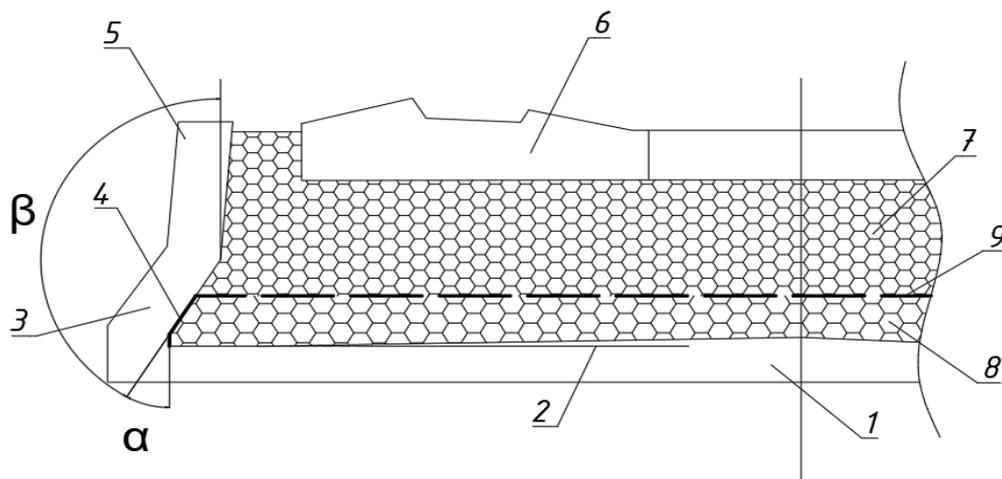


Рис. 7. Нова верхня будова залізничної колії

Верхню будову залізничної колії укладають на земляне полотно у вигляді залізобетонного блока 1 з боковими стінками 3. У залізобетонному блоці 1 під дією навантаження поїзда виникають вібраційні коливання, які від рейко-шпальної решітки подаються на шари баластного щебеню у верхньому та нижньому шарах, відповідно у верхній 5 і нижній 4 частинах стінок 3. Із вібраційним впливом із боку рейко-шпальної решітки нахил нижньої частини 4 стінки 3 на кут α виключає сепарацію щебеню баластного шару нижньої частини 4 стінки 3 у шарі баластного щебеню частини 4 стінки 3 через боки нижнього шару 8, а кут β нахилу верхньої частини 5 стінки 3 відносно нижньої частини 4 сприяє сепарації верхнього шару баластного щебеню зі швів поміж шпалою 6 і стінкою 3 від рейко-шпальної решітки.

Завдяки кутам α і β нахилу частин 4 і 5 стінки 3 і огинання діафрагмою шару баластного щебеню досягають сепарації шару щебеню так, що крупні зерна зміщуються під шпали та підіймаються в підшпальну решітку догори. У результаті зменшується сепарація баласту в нижній частині 4. Також виникає затримка сепарації щебеню верхнього шару баласту 7 у

підшпальному просторі і в бік між шпалою 6 і шарами 7, 8 у залізобетонному блоці 1.

Висновки. 1. Будівництво залізничних колій на слабких основах, верхньої будови зі слабких ґрунтів і нижньої будови з некондиційних матеріалів призводить до появи відхилень і зміщень колії відносно проектного положення.

2. Відкриваються можливості для ефективного будівництва залізниць на слабких основах відвалів, обслуговування і ремонту пошкоджених ділянок колій діючих залізниць.

3. Підвищується експлуатаційна надійність верхньої будови:

- за рахунок повного використання зернового складу баластного щебеню;
- через оптимізацію кутів нахилу стінок блока і збільшення строку служби шарів щебеню.

4. Відкривається можливість використання місцевих матеріалів у баластній призмі: скельних гірських порід залізрудних кар'єрів і відходів сухого магнітного збагачення гірничозбагачувальних комбінатів.

5. Знижується пилоутворення і суттєво поліпшується екологічний стан навколишнього середовища.

Список використаних джерел

1. А. с. SU 887723 А, МПК E01B 1/00. Спосіб зміцнення баластної призми. Опубл. 07.12.1981, Бюл. № 45.
2. Спосіб зміцнення баластної призми: пат. РФ № 2469145 МПК E01B 1/00. Опубл. 10.12.2012, Бюл. № 34.
3. Верхня будова залізничної колії: пат. РФ № 2127786 МПК E01B2/00. Опубл. 20.03.1999, Бюл. № 9.
4. Верхня будова залізничної колії: пат. України № 151112 У МПК E01B2/00. Опубл. 08.06.2022, Бюл. № 23.
5. Афанасьєв В. В., Піскун І. А. Верхня будова залізничної колії. Розвиток промисловості та суспільства. Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. : тези доповідей. Кривий Ріг, 2022. С. 66.
6. ДСТУ Б В.2.7-34:2001. Щебінь для будівельних робіт із скельних гірських порід та відходів сухого магнітного збагачення залістистих кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів і шахт України. Технічні умови. Київ: Держбуд України, 2001. 32 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-33-2001. Пісок кварцево-залістистий і тонкодисперсна фракція для будівельних робіт з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів України. Технічні умови. Чинний від 2002-04-01. Київ: Держбуд України, 2001. 31 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-32-95. Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. Чинний від 1996-01-01. Київ: Держкоммістобудування України, 1996. 35 с.
9. ДСТУ Б В.2.7-29-96. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація. Чинний від 1996-01-01. Київ: Держкоммістобудування України, 1996. 35 с.
10. ДСТУ Б А.1.1-56-94. Гірські породи для виробництва нерудних будівельних матеріалів. Терміни та визначення. Київ: Укргеолбудм, 1994. 31 с.

Валовой Александр Иванович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри промислового цивільного і міського будівництва, Криворізький національний університет. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-2939-3028>. Тел.: +38(067)901806. E-mail: valovoi@knu.edu.ua.

Афанасьєв Віталій Валентинович, кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового цивільного і міського будівництва, Криворізький національний університет. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-5840-3513>. Тел.: +38(097)7539205. E-mail: afanasiev.vv@knu.edu.ua.

Валовой Максим Александрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового цивільного і міського будівництва, Криворізький національний університет. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-4623-4248>. Тел.: +38(096)2871016. E-mail: valovoj.mo@knu.edu.ua.

Oleksandr Valovoi, PhD in Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial, Civil, and Urban Construction, Kryvyi Rih National University. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-2939-3028>. Tel. +38(067)901806. E-mail: valovoi@knu.edu.ua.

Vitalii Afanasiev, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil, and Urban Construction, Kryvyi Rih National University. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-5840-3513>. Tel. +38(097)7539205. E-mail: afanasiev.vv@knu.edu.ua.

Maksym Valovoi, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil and Urban Construction, Kryvyi Rih National University. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-4623-4248>. Tel. +38(096)2871016. E-mail: valovoj.mo@knu.edu.ua.

Статтю прийнято 25.12.2025 р.