

---

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

---

УДК 666.97:69.059.25

О. М. ПІШІНЬКО<sup>1</sup>, А. В. КРАСНЮК<sup>2</sup>, Ю. Л. ЗАЯЦЬ<sup>3</sup>, О. В. ГРОМОВА<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Каф. «Управління проектами, будівлі та будівельні матеріали», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, ел. пошта Pshinko@mail.diit.edu.ua

<sup>2</sup> Декан факультету «Промислове та цивільне будівництво», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. (056) 373 15 38, ел. пошта Krasnyuk@mail.diit.edu.ua

<sup>3</sup> Каф. «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 81, ел. пошта Zayac@mail.diit.edu.ua

<sup>4\*</sup> Каф. «Управління проектами, будівлі та будівельні матеріали», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, ел. пошта Eleana2008@i.ua

### ТЕХНОЛОГІЯ ЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ ТА ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНОГО БАЛАСТНОГО ЩЕБЕНЮ У ТРАНСПОРТНОМУ БУДІВНИЦТВІ

**Мета.** На залізницях України існує проблема ефективного очищення баластного щебеню від мазутовміслючих речовин. **Методика.** Проаналізувати сучасний стан питання очищення баластного щебеню на залізницях України. Визначити шляхи підвищення ефективності очищення та можливість утилізації баластного щебеню у транспортному будівництві. **Результати.** При звичайному механічному очищенні баластного щебеню, що застосовується при поточному утриманні колії, не вирішується проблема видалення мазутовміслючих речовин з поверхні щебеню, що сприяє злипанню та зменшенню жорсткості баластної призми. **Наукова новизна.** Запропоновано ефективний спосіб доочищення баластного щебеню водяним паром на мобільному обладнанні і подальше його використання у транспортному будівництві. **Практична значимість.** За результатами досліджень і впровадження розробки на залізничній колії стане можливим отримати економічний ефект від повторного використання баластного матеріалу, від зменшення трудомісткості, енергомісткості і вартості поточного утримання залізничної колії, а також вирішити екологічну проблему нагромадження сипких відходів баластного матеріалу, шляхом використання дрібних фракцій баласту у дорожньому будівництві (виготовлення асфальтобетону, основу під дорожнє покриття тощо).

**Ключові слова:** баластний щебінь; утилізація; відпрацьований баластний щебінь; очищення баластного щебеню; транспортне будівництво

#### Вступ

Як показав попередньо проведений літературний аналіз, сьогодні в Україні не існує нормативного документу, що регламентує способи утилізації відпрацьованого баластного щебеню [1-6]. Але існують державні стандарти, які регламентують властивості щебеню щодо його використання в транспортному будівництві [3]. Тому основною метою досліджень є розробка технології, яка дозволить ефективно проводити доочищення забрудненого баластного щебеню до моменту коли його можна буде повторно використовувати у транспортному будівництві.

За результатами досліджень і впровадження розробки на залізничній колії стане можливим знизити витрати на заміну новим баластним матеріалом, за рахунок повторного використання відпрацьованого баластного щебеню, шляхом його доочищення водяним паром в мобільному пристрої після механічного очищення та наступного укладання в колію. Це дозволить отримати економічний ефект від повторного використання баластного матеріалу, від зменшення трудомісткості, енергомісткості і вартості поточного утримання залізничної колії, а також вирішити екологічну проблему нагромадження сипких відходів баластного матеріалу,

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

використання дрібних фракцій баласту отриманих при механічному очищенні у дорожньому будівництві (виготовлення важкого бетону, асфальтобетону, як основу під дорожнє покриття тощо) [2].

### Мета

Метою даної статті є ознайомлення з результатами досліджень з розробки технології, яка дозволить ефективно проводити доочищення забрудненого баластного щебеню до моменту коли його можна буде повторно використовувати у транспортному будівництві.

Основною задачею під час розробки очисної установки було виконання її такою, щоб вона була універсальною і її можна було використовувати з усіма типами машин, які проводять

основне механічне очищення баластного щебеню. Дослідження конструкції і технології роботи всіх цих машин показало, що розробити універсальний пристрій, що дозволить проводити очищення щебеню під час його вилучення із колії не являється можливим внаслідок ущільненої конструкції машин. Тому була розроблена мобільна установка, оснащена машиною з парогенератором для очищення водним паром баластного щебеню, що видаляється з колії (рис. 1). Додатково на стандартній платформі передбачено розташування стрічкового транспортеру, що переміщує очищений щебінь до місця його накопичення. Також передбачено приймальний бункер для рідких і твердих відходів після просіювання і пароочищення.

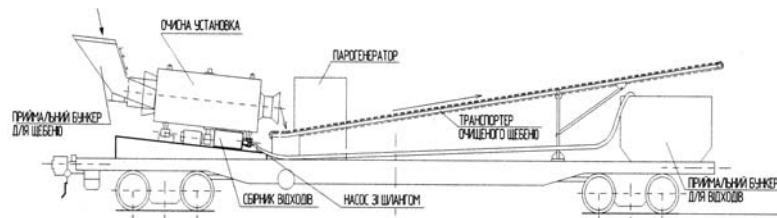


Рис. 1. Схема мобільної установки із встановленою пароочисною установкою барабанного типу

### Методика

Технологія очищення баластного щебеню складається з наступних послідовно виконуваних операцій. Спочатку лопатки скребкового ланцюга щебенеочисної машини вирізають і переміщують щебінь по похилому жолобу вгору. У верхній точці жолоба вивантажується на плоский віброгуркіт, що вільно гойдається, з трьома рядами сит загальною площею 30 м<sup>2</sup>. Верхній ярус має осередки розміром 80, середній 55 і нижній 36 мм. Гідравлічно керовані заслінки управляють рухом щебеню на окремих ситах. Випускні воронки на обох сторонах віброгуркату відводять надлишок щебеню на укоси шляху, а гідрокеровані заслінки, змонтовані на кожному ярусі сит, назад подають щебінь на сита під час перерви в роботі.

Очищений щебінь гідравлічно керованими заслінками відсипається в шлях, або на поворотні транспортери для складування на укосах земляного полотна, або у бункери-накопичувачі. Спеціальні плужні пристрої, змонтовані безпосередньо за баласторозподільними механізмами, видаляють щебінь з рейок, рейкових скріплень і верхніх ліжок

шпал.

Відходи очищення, проходячи через грати віброгуркату, потрапляють на нижню гілку горизонтально-похилого конвеєра. Далі відходи очищення надходять до завантажувальної воронки викидного конвеєра, який, за звичайною схемою очищення, видаляє їх за межі шляху або завантажує в спеціальний рухомий склад для вивезення і складування у відвалах. Але в розробленій технологічній схемі дрібняк і баластний щебінь розміром менше 25 мм транспортером подаються у приймальний бункер очисної установки барабанного типу для проведення його доочищення водним паром для можливості подальшого використання у транспортному будівництві.

Принцип роботи установки полягає в обробці забрудненої і не сепарованої по діаметру фракції щебеневої маси перегрітим паром підвищеного тиску ( $T = 150 \dots 160 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) 4...6 атм, що виробляється парогенеруючою установкою, що працює з використанням електричної енергії. Щебенева маса по осьовому шляхопроводу подається з бункера в обертовий регенератор. Щебенева маса в приймальному бункері зро-

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

шується водою, що підігрівається в трубопроводах, розташованих в зоні подачі пара в регенератор. У реверсивно обертовому регенераторі піддається обробці паром і після виходу з міксера в сітчастий жолоб-транспортёр зневоднюється і сепарується за діаметрами фракцій.

Пар, що конденсується у вигляді гарячої води потрапляє в ємності відстоювання і нейтралізації, де проходить очищення шаром фільтрату з бентонітової глини, а вода після фільтрації та підігріву знову направляється на повторний цикл для утворення пару для зрошування забрудненого щебеню. Відстоїні нейтралізовані і відфільтровані відходи після проведення їх відповідного аналізу відправляються на утилізацію.

### Результати

За результатами хімічного аналізу та визначення класу токсичності, проведеного Державним управлінням екології та природних ресурсів в Дніпропетровській області у відділі аналітичного контролю, промислові відходи залізничного баласту відносяться до четвертого класу токсичності і являються малонебезпечними.

На підставі проведених досліджень, в залежності від обсягу забруднення, пропонується наступна класифікація відпрацьованого баластного щебеню:

- незабруднений баластний щебінь – якщо вміст у ньому речовин шкідливих для експлуатації та навколишнього середовища не перевищує допустимих норм. Такий матеріал можна без обмежень повторно використовувати в колійному господарстві після відповідної обробки – дроблення чи сортування;
- забруднений баластний щебінь – якщо вміст у ньому речовин шкідливих для експлуатації та навколишнього середовища перевищує допустимі норми. Такий матеріал необхідно обробляти за спеціальною технологією, яка дозволить перевести його в категорію незабрудненого баластного щебеню и такий щебінь можна повторно використовувати у колійному господарстві, або використовувати, як заповнювач для бетону.

При аналізі вітчизняної і закордонної літератури [4-6], виявлені наступні відомі способи очищення і утилізації забрудненого щебеню (в залежності від ступеня забруднення, (рис. 2) [2].

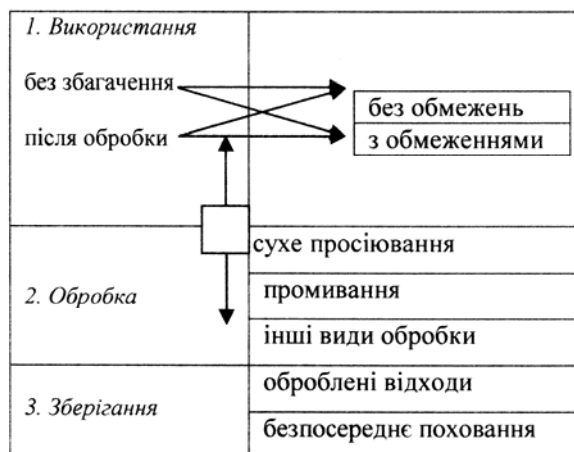


Рис. 2. Шляхи утилізації залізничного баласту

За розробленою технологією баластний щебінь, що не відповідає вимогам застосування у колії [3], піддається пароочищенню і після визначення його фізико-механічних властивостей, утилізується, як крупний заповнювач для важких бетонів у транспортному будівництві.

З метою визначення фізико-механічних властивостей баластного щебеню було проведено ряд лабораторних досліджень: визначення гранулометричного складу щебеню, міцності баластного щебеню за стиратністю і морозостійкості баластного щебеню.

Результати випробувань наведені в табл. 1, 2, 3.

Таблиця 1

#### Результати просіювання баластного щебеню

| Залишки на ситах | Діаметри отворів сит, мм |       |       |       | Пройшло крізь усі сита |
|------------------|--------------------------|-------|-------|-------|------------------------|
|                  | 25                       | 20    | 10    | 5     |                        |
| Часткові, кг     | 0,55                     | 7,40  | 26,15 | 12,45 | 16,35                  |
| Часткові, %      | 0,87                     | 11,76 | 41,57 | 19,80 | 26,00                  |
| Повні, %         | 0,87                     | 12,63 | 54,2  | 74,00 | 100                    |

Таблиця 2

#### Результати випробування баластного щебеню на стиратність

| № з/п | Маса проби щебеню, г | Загальна маса щебеню на контрольних ситах після випробування, г | Стиратність щебеню І, % (втрата маси) | І <sub>сер</sub> , % |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| 1     | 10000                | 7430                                                            | 25,7                                  | 27,6                 |
| 2     | 10000                | 7050                                                            | 29,5                                  |                      |

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Якщо проаналізувати результати наведені в табл. 1, то можна зробити висновок, що за даними розсіву, щебінь відноситься до фракції 5...25 мм відповідно [3], але за цим же [3] щебінь не відповідає вимогам за кількістю зерен менше 5 мм (не більше 5 % проти 26 %).

За результатами випробування баластного щебеню на міцність за стиратністю в полично-

му барабані фракція щебеню від 5 до 25 мм відноситься до марки И40 м.

За результатами випробування на морозостійкість прискореним способом баластний щебінь фракції від 5 до 25 мм відноситься до марки не нижче F50, що дозволяє використовувати його для важкого бетону.

Таблиця 3

## Результати випробування баластного щебеню на морозостійкість

| № з/п | Маса до випробування<br>$m$ , г | Маса залишку після 5 циклів випробування,<br>$m_1$ , г | Втрата маси щебеню після 5 циклів випробування<br>$\Delta m_1$ , % | Маса залишку після 10 циклів випробування,<br>$m_2$ , г | Втрата маси щебеню після 10 циклів випробування<br>$\Delta m_2$ , % |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2500                            | 2425                                                   | 3,00                                                               | 2312                                                    | 7,52                                                                |
| 2     | 2500                            | 2412                                                   | 3,52                                                               | 2295                                                    | 8,20                                                                |
|       |                                 |                                                        | $\Delta m_1^{\text{ср}} = 3,26$                                    |                                                         |                                                                     |
|       |                                 |                                                        |                                                                    |                                                         | $\Delta m_2^{\text{ср}} = 7,86$                                     |

Для проведення лабораторних експериментів з визначення можливості використання у важких цементних бетонах відпрацьованого баластного щебеню після пароочищення, був розрахований еталонний склад бетону за методом абсолютних об'ємів [1] (табл. 4).

Таблиця 4

## Розрахунковий склад бетону

| Об'єм замісу, л | Витрата матеріалів, кг |        |       |       |
|-----------------|------------------------|--------|-------|-------|
|                 | цемент                 | щебінь | пісок | вода  |
| 1000            | 415                    | 1150   | 600   | 195   |
| 7               | 2,905                  | 8,050  | 4,200 | 1,365 |

Матеріали для еталонного складу бетону: цемент Криворізький ПЦ ІІ/Б-ІІІ, М400, активність  $R_c = 425$  кг/см<sup>2</sup>, істинна густина  $\rho_c = 3,1$  г/см<sup>3</sup>; гранітний щебінь, фракція 5...20, середня густина  $\rho_{\text{щ}}^0 = 2,6$  г/см<sup>3</sup>, насипна густина  $\rho_{\text{н}}^{\text{III}} = 1,48$  г/см<sup>3</sup>; пісок річковий дніпровський,  $M_{\text{кр}} = 1,55$ , середня густина  $\rho_0^{\text{II}} = 2,62$  г/см<sup>3</sup>, водопотреба  $V_{\text{п}} = 9$  %.

Для отримання необхідної кількості баластного щебеню для дослідних складів бетону висушений до постійної маси у кількості 66 кг баластний щебінь просіяли крізь набір стандартних сит.

У першому порівняльному складі бетону з використанням баластного щебеню щебінь був взятий безпосередньо після просіювання із за-

лишку на ситі з діаметром отворів 5 мм, тобто фракції 5...25 мм, у кількості 8,050 кг. Щебінь, що залишився на цьому ситі, (у кількості 9,9 кг) піддали пароочищенню і після висушування відібрали теж 8,050 кг для другого порівняльного складу бетону.

З кожного складу, еталонного та двох порівняльних виготовили по шість контрольних зразків розміром 10×10×10 см.

Твердіння зразків відбувалося в нормальних умовах при температурі (20±2) °С і відносній вологості повітря (95±5) %. Через 28 діб твердіння бетонні зразки були випробувані для визначення границі міцності при стисканні. Результати випробування бетонних зразків наведені в табл. 5.

Виготовлення, твердіння та випробування бетонних зразків дослідних складів проведено відповідно методикам за ГОСТ 10180-90 «Бетон. Методы определения прочности по контрольным образцам».

За результатами наведеними в табл. 5 зменшення міцності бетону в порівнянні з еталонним складом дорівнює:

- для бетону на неочищеному щебені:

$$\Delta R_1 = \frac{R_{cm} - R_{1.\text{доп}}}{R_{cm}} \cdot 100 = \frac{35,1 - 30,8}{35,1} \cdot 100 = 12,2 \%$$

- для бетону на очищеному щебені:

$$\Delta R_2 = \frac{R_{cm} - R_{2.\text{доп}}}{R_{cm}} \cdot 100 = \frac{35,1 - 34,5}{35,1} \cdot 100 = 1,7 \%$$

Таблиця 5

## Результати випробування зразків, виготовлених з бетону з використанням різного щебеню

| № зразка | Еталонний склад   |                         |             |                |                | І дослідний склад (щебінь не очищений) |                         |             |                |                | ІІ дослідний склад (щебінь очищений) |                         |             |                |                |
|----------|-------------------|-------------------------|-------------|----------------|----------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------|----------------|----------------|
|          | $a \times b$ , см | $F_2$ , см <sup>2</sup> | $P_p$ , кгс | $R_{ct}$ , МПа | $R_{сер}$ , Па | $a \times b$ , см                      | $F_2$ , см <sup>2</sup> | $P_p$ , кгс | $R_{ct}$ , МПа | $R_{сер}$ , Па | $a \times b$ , см                    | $F_2$ , см <sup>2</sup> | $P_p$ , кгс | $R_{ct}$ , МПа | $R_{сер}$ , Па |
| 1.       | 10×10             | 100                     | 35090       | 35,09          | 15,8           | 9,95×10                                | 99,5                    | 29950       | 30,1           | 30,8           | 10×10                                | 100                     | 34800       | 34,8           | 34,5           |
| 2.       | 9,95×10           | 99,5                    | 33532       | 33,70          |                | 10×9,95                                | 99,5                    | 31989       | 32,1           |                | 10,1×10,1                            | 102                     | 34170       | 33,5           |                |
| 3.       | 9,83×10           | 98,3                    | 35093       | 35,70          |                | 10,1×10                                | 101                     | 30098       | 29,8           |                | 9,95×10                              | 99                      | 29950       | 30,1           |                |
| 4.       | 10×10             | 100                     | 34800       | 34,80          |                | 10×10                                  | 100                     | 27500       | 27,5           |                | 10×10                                | 100                     | 33200       | 33,2           |                |
| 5.       | 10,1×10           | 101                     | 33734       | 33,4           |                | 10,1×10                                | 101                     | 31356       | 31,2           |                | 9,9×10                               | 99                      | 34750       | 35,1           |                |

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

## Висновки

1. За результатами досліджень і впровадження розробки на залізничній колії стане можливим знизити витрати на заміну новим баластним матеріалом, за рахунок повторного використання відпрацьованого баластного щебеню, після його доочищення водяним паром в мобільному пристрої і наступного укладання в колію.

2. Економічний ефект від розробки технології досягається від повторного використання баластного матеріалу, від зменшення трудомісткості, енергомісткості і вартості поточного утримання залізничної колії.

3. Можливість вирішення екологічної проблеми нагромадження сипких відходів баластного матеріалу шляхом використання дрібних фракцій баласту розміром 5...25 мм, отриманих при механічному очищенні, у дорожньому будівництві при виготовленні важкого бетону (асфальтобетону, основи під дорожнє покриття тощо).

4. За результатами випробувань баластного щебеню на міцність за показником стираності в поличному барабані, фракція щебеню від 5 до 25 мм відноситься до марки И40 м, а при випробуванні на морозостійкість за прискореним способом щебінь відноситься до марки не нижче F50, що дозволяє використовувати його в якості крупного заповнювача для важкого бетону.

5. При використанні баластного щебеню фракції від 5 до 25 мм для в якості крупного заповнювача для важкого бетону, необхідно провести попередньо його пароочищення з метою видалення пилу, мазутовміщуючих речовин. Зниження міцності бетону, в порівнянні з

еталонним, на очищеному щебені складає 1,7 %, на не очищеному до 12,2 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пшінько, О. М. Будівельне матеріалознавство на транспорті [Текст] / О. М. Пшінько, А. В. Краснюк, В. В. Пунагін, О. В. Громова. – Д. : Вид-во Дніпр. нац. унів. заліз. трансп. ім. ак. В. Лазаряна, 2010. – 624 с.
2. Пшінько, О. М. Аналіз існуючих способів очищення і утилізації забрудненого баластного щебеню [Текст] / О. М. Пшінько, В. П. Лисняк, А. В. Краснюк, О. В. Громова // Вісник Дніпр. нац. унів. заліз. трансп. ім. ак. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 17. – Д. : Вид-во ДНУЗТ, 2007. – С. 209-213.
3. ДСТУ Б В.2.7-204:2009. Будівельні матеріали. Щебінь із природного каменю для баластного шару залізничної колії. Технічні умови [Текст]. – Чинний від 10.09.2010 р. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 15 с.
4. Промислова екологія [Текст] : навч. посіб. / С. О. Апостолук, В. С. Джигирей, І. А. Соколовський та ін. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – К. : Знання, 2012. – 430 с.
5. Верхнее строение пути [Текст] : Учебное пособие / С. В. Смолева, В. В. Овчинников. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. – 47 с.
6. Клотзингер, Е. Щебеночный балласт [Електронний ресурс] / Е. Клотзингер // Железные дороги мира. 2009. – № 3. – С. 65-77. Оригинал : Е. Klotzinger. Eisenbahntechnische Rundschau, 2008, № 1/2, S. 34 – 41, № 3, S. 120 – 125. – Режим доступа : [https://e03bb34e-a-b251e4fb-sites.googlegroups.com/a/zdmira.com/zdmira/archive-files/dm2009-03\\_65-77.pdf?attachauth=ANoY7coYEFuaCS8u-U-Xepo7X-...](https://e03bb34e-a-b251e4fb-sites.googlegroups.com/a/zdmira.com/zdmira/archive-files/dm2009-03_65-77.pdf?attachauth=ANoY7coYEFuaCS8u-U-Xepo7X-...)

А. М. ПШИНЬКО<sup>1</sup>, А. В. КРАСНЮК<sup>2</sup>, Ю. Л. ЗАЯЦЬ<sup>3</sup>, А. В. ГРОМОВА<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Каф. «Управление проектами, здания и строительные материалы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, эл. почта Pshinko@mail.diit.edu.ua

<sup>2</sup> Декан факультета «Промышленное и гражданское строительство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 38, эл. почта Krasnyuk@mail.diit.edu.ua

<sup>3</sup> Каф. «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 81, эл. почта Zayac@mail.diit.edu.ua

<sup>4\*</sup> Каф. «Управление проектами, здания и строительные материалы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, эл. почта Eleana2008@i.ua

## ТЕХНОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ И ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ БАЛЛАСТНОГО ЩЕБНЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Цель.** На железных дорогах Украины существует проблема эффективной очистки балластного щебня от мазутосодержащих веществ. **Методика.** Проанализировать современное состояние вопроса очистки балластного щебня на железных дорогах Украины. Определить пути повышения эффективности очистки и возможность утилизации балластного щебня в транспортном строительстве. **Результаты.** При обычном механической очистке балластного щебня, который применяется при текущем содержании пути, не решается проблема удаления мазутосодержащих веществ с поверхности щебня, что способствует слипанию и уменьшению жесткости балластной призмы. **Научная новизна.** Предложен эффективный способ доочистки балластного щебня водным паром на мобильном оборудовании и дальнейшее его использование в транспортном строительстве. **Практическая значимость.** По результатам исследований и внедрения разработки на железнодорожном пути станет возможным получить экономический эффект от повторного использования балластного материала, от уменьшения трудоемкости, энергоемкости и стоимости текущего содержания железнодорожного пути, а также решить экологическую проблему накопления сыпучих отходов балластного материала, путем использование мелких фракций балласта в дорожном строительстве (изготовление асфальтобетона, основы под дорожное покрытие и т.п.).

**Ключевые слова:** балластный щебень; утилизация; отработанный балластный щебень; очистка балластного щебня; транспортное строительство

A. PSHYNKO<sup>1</sup>, A. KRASNYUK<sup>2</sup>, Y. ZAYAC<sup>3</sup>, E. GROMOVA<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Project management, building and construction materials, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 46, e-mail Pshinko@mail.diit.edu.ua

<sup>2</sup> Dean of the Faculty industrial and civil construction, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 38, e-mail Krasnyuk@mail.diit.edu.ua

<sup>3</sup> Dept. of Safety of life activity, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15, e-mail Zayac@mail.diit.edu.ua

<sup>4\*</sup> Dept. of Project management, building and construction materials, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 46, e-mail Eleana2008@i.ua

## TECHNOLOGY OF EFFECTIVE CLEANING AND WAYS DISPOSAL OF WASTE BALLAST RUBBLE IN TRANSPORT CONSTRUCTION

**Purpose.** The railways of Ukraine there is the problem of efficient ballast cleaning rubble from oils containing substances. **Methodology.** Analyze the present state of cleaning ballast rubble on the railways of Ukraine. Identify ways to improve the cleaning efficiency and the possibility of recycling the ballast rubble in transport construction. **Findings.** The usual mechanical cleaning of ballast rubble, which is used in the current contents of the way, do not solve the problem of removing substances from the surface oils containing rubble that promotes adhesion and a decrease in the stiffness of ballast prizm. **Originality.** An effective way to posttreatment ballast rubble water steam on mobile equipment and its further use in transport construction. **Practical value.** According to the research and implementation of the development on the railway line will be possible to receive economic benefit from reuse of ballast material, from reducing the complexity, cost and power consumption of the current contents of the railway line, as well as to solve the environmental problem of waste accumulation of loose ballast the material by using ballast fines in transportation construction (making bituminous concrete, bases under the road surface, etc.).

**Keywords:** ballast rubble; recycling; waste ballast rubble; crushed stone ballast cleaning; transportation construction

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. М. І. Нетесою (Україна).*

Надійшла до редколегії 15.11.2013.

Прийнята до друку 29.11.2013.