

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ І УТИЛІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕНОГО БАЛАСТНОГО ЩЕБЕНЮ

Розглянуто основні аспекти проблеми утилізації відпрацьованого баластного щебеню, який накопичується у значних об'ємах при реконструкції та поточному утриманні колій на Придніпровській залізниці. Встановлено, що найкращим напрямком утилізації відпрацьованого баластного щебеню є повторне його використання в колійному господарстві, при наявності технічних можливостей та економічної доцільності. Як показали попередні дослідження вирішення цієї проблеми буде мати значний екологічний та економічний ефект.

Рассмотрены основные аспекты проблемы утилизации отработанного балластного щебня, который накапливается в значительных объемах при реконструкции и текущем содержании путей на Приднепровской железной дороге. Установлено, что наилучшим направлением утилизации отработанного балластного щебеню есть повторное его использование в путевом хозяйстве, при наличии технических возможностей и экономической целесообразности. Как показали предварительные исследования решения этой проблемы будет иметь значительный экологический и экономический эффект.

The basic aspects of problem of utilization of exhaust ballast to the macadam which accumulates in considerable volumes at reconstructions and current maintenance of tracks on the Pridneprovscaya rail way are considered. It is set that by the best direction of utilization of exhaust ballast to the macadam there is repeated his use in the travel economy, at presence of economic feasibilities and financial viability. How rotined previous researches of decision of this problem will have a considerable ecological and economic effect.

Загальна довжина колії Придніпровської залізниці складає близько 7498 кілометрів. На кожен кілометр колії укладається до 2000 м<sup>3</sup> баластного щебеню. Вартість баластного щебеню в Придніпровському регіоні коливається від 37 до 170 гривень за 1 м<sup>3</sup>. Планова заміна баластного щебеню відбувається через кожні 10 років його експлуатації, при цьому замінюється від 50000 до 70000 м<sup>3</sup> баластного щебеню.

На сьогоднішній день існує проблема ефективної утилізації відпрацьованого баластного щебеню, який накопичується у значних об'ємах при реконструкції та поточному утриманні колій на Придніпровській залізниці. Як показали попередні дослідження вирішення цієї проблеми буде мати значний екологічний та економічний ефект.

Встановлено, що найкращим напрямком утилізації відпрацьованого баластного щебеню є повторне його використання в колійному господарстві, при наявності технічних можливостей та економічної доцільності.

Найбільш забрудненим вважається баластний щебінь, що експлуатується безпосередньо під дерев'яними або залізобетонними шпалами, а також у місцях, що інтенсивно забруднюються внаслідок специфіки умов експлуатації, таких, як стрілочні переводи, завантажувально-вивантажувальні шляхи, шляхи відстою рухо-

мого складу і т.п..

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

Згідно з законом про охорону навколишнього середовища, **забруднений баластний щебінь** це відходи, які утворюються безпосередньо на проїжджій частині залізничної колії внаслідок спочатку використаних матеріалів та допоміжних речовин, які застосовуються при ремонтних роботах, а також внаслідок дії «специфічного залізничного» забруднення та звичайних забруднень. Ці відходи є супутнім явищем при перебудуванні, реставрації та новому будуванні залізничних шляхів.

На рис. 1 показано відвали забрудненого баластного щебеню Трудівського щебеневого заводу.

Під **баластним щебенем** розуміється тверде ломане каміння, що використовується для баластування залізничного шляху, яке відповідає

високим будівельно-технічним вимогам. При цьому мова йде про чисте ломане природне каміння з особливими вимогами щодо якості каменю, форми та розмірів (як правило, між 25 та 45 (60) мм). Товщина шару щебеню до нижньої поверхні шпал складає 30 см, відповідно розрахунковій швидкості руху та передбачуваного навантаження на залізничний шлях.



Рис. 1. Відвали забрудненого баластного щебеню

За механічного навантаження внаслідок руху потягів та при періодично проводимих ремонтних роботах, а також внаслідок вивітрювання щебінь змінює свою форму. Через це, а також через накопичення інших порід (зверху пилу та бруду, знизу дрібні частинки, які утворюються під час земних коливань із нижньої будови колії) баластний щебінь поступово втрачає свої будівельно-технічні характеристики, тому через 15...30 років його треба реставрувати чи замінити. Забруднений щебінь при реставрації або перебудові часто видаляється разом з частиною нижньої будови колії. Крупний щебінь, розмір якого 25 мм (інколи після просіювання до 30 мм), який залишився після просіювання на місці робіт, може бути знову застосований разом з новим щебенем. Відсіяні після очищення щебеню частинки, які є меншими ніж 30мм (22мм залежно від сита), а також найдрібніші частки та відпрацьований щебінь вивозяться для утилізації відходів.

При визначенні раціональних з будівельно-технічної точки зору та дозволених з точки зору охорони навколишнього середовища шляхів утилізації відходів треба принципово врахувати наступні елементи:

- забруднення відходів («речовинне» забруднення через небажані дрібні частки) і первантаження шкідливими речовинами («хімічне» первантаження);

- можливості, по-різному забруднені матеріали за спеціальних будівельних умов підприємств залізниці окремо для покращеного використання реєструвати і переправляти далі;

- запобігання недопустимого забруднення навколишнього середовища через гарантію належної якості будівельних матеріалів і дотримання обмежень під час застосування матеріалів.

Отже треба намагатися застосовувати високоякісні після повторного використання будівельні матеріали, щоб специфічні якості матеріалу можна було б використовувати найкращим чином і гарантувати можливість нового використання.

Для здійснення цих принципів треба проводити на будівельних майданчиках розподіл матеріалів (рис. 2), що дозволяє розрізняти відходи згідно наступних пріоритетів:

1. Безпосереднє повторне використання або використання окремих фракцій на будівельних майданчиках (перш за все крупного щебеню після його очищення).

2. Використання відходів в якості незабрудненої виїмки ґрунту на інших будівельних майданчиках або як заміну сировини.

3. Вивезення відходів для збагачення (сухе просіювання або промивання) у спеціальних пристроях, якщо потужність цього пристрою потребує попереднього сортування для покращення роботи. Метою є – подальша обробка матеріалів, таким чином їх можна буде як незабруднену сировину без обмежень використовувати і залишки обробляти далі або захоронити.

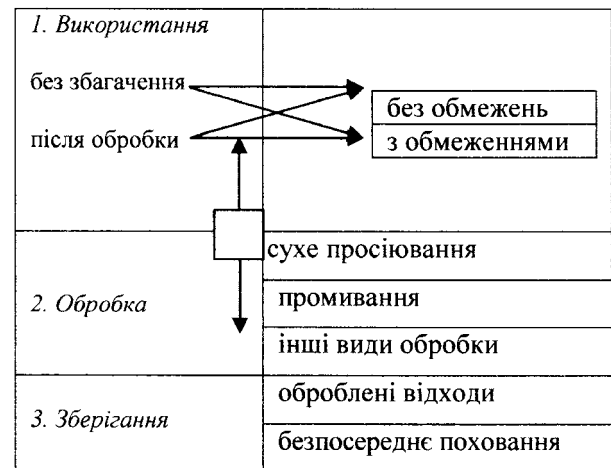


Рис. 2. Шляхи утилізації залізничного баласту

При аналізі вітчизняної, закордонної літератури виявлені наступні відомі способи очищення забрудненого щебеню (в залежності від ступеня забруднення).

## Сухе грохочення

Технологія сухого грохочення покращує механічні характеристики баластного матеріалу, але лише трохи зменшує ступінь його забруднення [1-3].

## Промивка

Технологічний процес і устаткування для промивки відпрацьованого баластного матеріалу схематично показані на рис. 3.

часток баластного матеріалу з гуркоти і осадженого з води мула ущільнюється і пресується; при цьому утворюються брикети, які використовують як фільтрувальні.

Вміст залишкових забруднень в промитому і висушеному баластному матеріалі не повинен перевищувати заданої величини. Найважливішим параметром забруднення шкідливими речовинами є вміст поліциклічних і мінеральних вуглеводнів; вміст важких металів, як правило, допускається. Найбільша кількість забруднювачів звичайно залишається в піску.

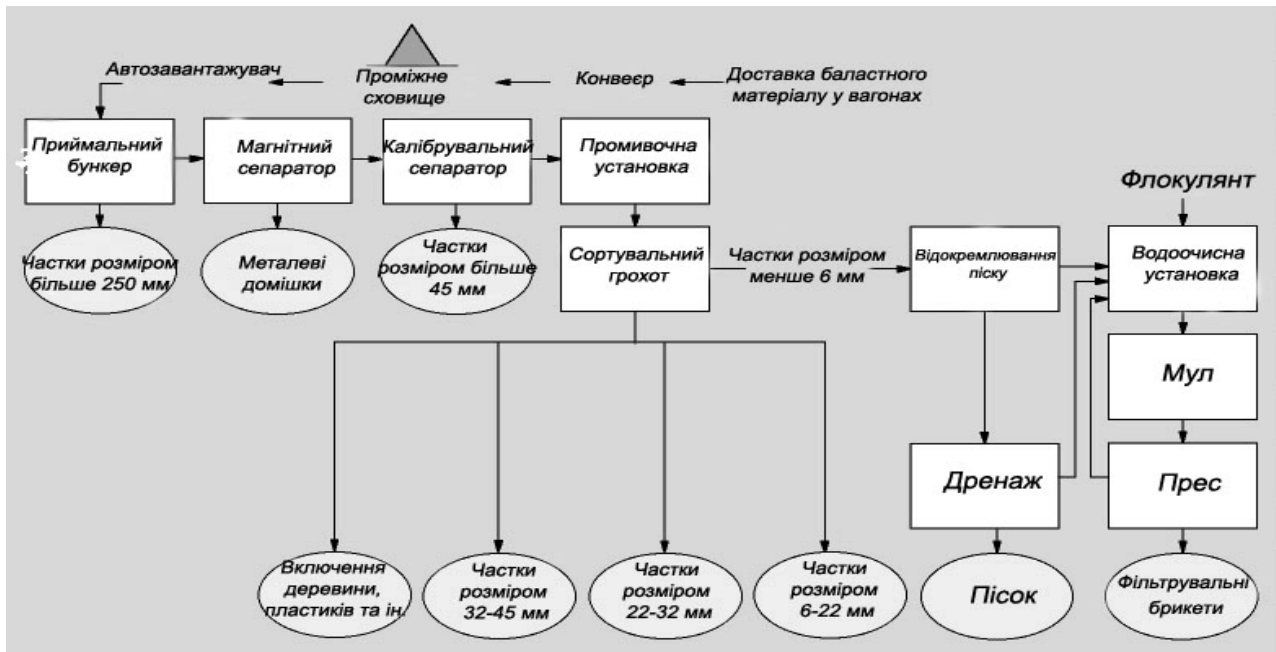


Рис. 3. Технологія та обладнання для промивання відпрацьованого баластного щебеню

Знятий з шляху забруднений і засмічений баластний матеріал в спеціальних вагонах транспортують на промивальну установку. Тут його по конвеєру направляють в проміжне сховище. Звідси навантажувачі на автомобільному ході порціями перевозять його в приймальний бункер установки для попередньої обробки. Магнітний сепаратор видаляє з баластного матеріалу всі металеві включення, потім калібрувальний сепаратор видаляє частинки розміром більше 45 мм. Після цього баластний матеріал промивається. Промитий матеріал подається на сортувальний гуркіт, на якому проходять частинки розміром 6...45 мм. Із забрудненої води, використаної для промивки, за допомогою гідроциклону вимивається пісок, потім вода додатково очищається методом осадження. Очищену воду знов направляють на промивку баластного матеріалу, чим забезпечується оборот води по замкнутому циклу. Суміш піску з гідроциклону, дрібних

Як показують результати досліджень, після такої звичайної промивки ступінь забруднення відпрацьованого баластного матеріалу знижується не менше ніж в 2 рази.

Якщо вміст шкідливих забруднювачів в баластному матеріалі після промивки задовольняє вимогам, що пред'являються до незабрудненого матеріалу, такий матеріал можна повторно використовувати без потреби в подальшій обробці і без обмежень як баластний матеріал, так і як матеріал для дорожнього будівництва, дренажних систем, забутування і т.п.

Якщо вміст шкідливих забруднювачів знаходиться у визначених межах для матеріалу, придатного до повторного використання з деякими обмеженнями, такий матеріал можна застосувати як сировину для виготовлення бетону або асфальтобетону. Баластний матеріал, що складається з часток потрібних фракцій, але з округлими гранями, можна використовувати за

прямим призначенням, проте тільки на другорядних шляхах

### Гравітаційне збагачення

Цей вид обробки складніше за промивку і включає декілька технологічних процесів, зокрема гравітаційне відділення забруднених і незабруднених дрібних фракцій на грохотах, подрібнення крупних часток, промивку, багатоступінчасту сепарацію на циклонах, а також обробку використаної води. Крім того, застосовуються екстракційні технології для розчинення забруднювачів за допомогою спеціальних хімічних реагентів в рідкому вигляді; одержані при цьому розчини також направляють на станцію обробки стічних вод. Забруднювачі деяких видів можна хімічно розщепляти з утворенням нейтральних продуктів.

Гравітаційне збагачення – дорогий вид обробки, який доцільно використовувати тільки у випадках, коли знятий з шляху баластний матеріал настільки забруднений, що для його очищення простої промивки недостатньо, а також якщо його складування у відвал безпосередньо після зняття з шляху неможливо по екологічних або недоцільно по економічних міркуваннях.

### Складування у відвал

Знятий з шляху баластний матеріал, ступінь забруднення якого відносно невисокий, можна складувати у відвал для хімічно інертних матеріалів. Баластний матеріал з високим ступенем забруднення необхідно заздалегідь обробити або складувати в спеціальний відвал відповідно до розпоряджень законодавства про промислові відходи.

### Види та джерела шкідливих речовин

Спосіб утилізації утворених відходів перш за все залежить від ступеню забруднення шкідливими речовинами, які накопичувалися у щебеневому баласті на протязі експлуатації залізниці. При виборі способу утилізації в рівній мірі вирішальними є також будівельно-технічні властивості відходів.

Встановлено, що відпрацьований баластний щебінь містить, як правило, механічні і хімічні забруднення.

До механічних відносяться:

- дрібна фракція, що утворилася внаслідок зносу і стирання часток щебеню;
- частки матеріалу земляного полотна, що перемішуються з щебенем;
- залишки рослинності.

### Хімічні забруднення:

- важкі метали, що містяться в продуктах зносу коліс, рейок, контактного проводу і гальм.

Природним шляхом метали за звичайної технології вимиваються з мінеральних відходів лише в невеликих концентраціях. Для оцінки екологічного забруднення металами треба визначити їх загальний вміст. Для оцінки особливого впливу металів на залізниці враховується підвищений вміст, який може вміщуватися природним шляхом у щебеневому баласті (це перш за все підвищений вміст Fe, Cu, Pb та Zn), а також «нормальний» внесок сезонних опадів.

Внесок специфічно залізничних металів (Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni) відбувається внаслідок: зносу матеріалів гальмових колодок та накладок, рейок, коліс, контактних мереж, струмоприймачів; відходів від ремонтних та реставраційних робіт на стовпах, сталевих конструкціях, тощо; змащувальних матеріалів (дуже значна частина).

- специфічно-залізничні органічні шкідливі речовини (перш за все вуглеводні, ПАВ та гербіциди) накопичуються в наслідок:

- вивільнення з укладених порід, тобто з просочених дерев'яних шпал;
- застосування допоміжних речовин під час ремонтних робіт та під час експлуатації залізниці;
- змащувальних матеріалів (стрілкові переводи, вісі, амортизатори, гребені бандажу);
- рідкі та тверді відходи від експлуатації залізниці;

- гербіциди.

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 Придніпровської залізниці 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.

## Висновок

1. Найкращим напрямком утилізації відпрацьованого баластного щебеню є повторне його використання в колійному господарстві, а також застосування очищеного щебеню у транспортному будівництві, при наявності технічних можливостей та економічної доцільності.

2. Аналітичний аналіз проведений з метою розробки технології, яка дозволить ефективно проводити очищення забрудненого баластного щебеню до моменту, коли його можна буде по-

вторно використовувати у транспортному будівництві.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондаренко Б. Н., Варызгин Е. С. и др. Содержание балластной призмы железнодорожного пути – М.: Транспорт, 1978. – 142 с.
2. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1987. – 479 с.
3. Schmutz G. Rail International, 2000, № 8, p. 2–10.

Надійшла до редколегії: 02.04.2007 р.