

УДК 621.642.6

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.63495>

**ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КРІОБЛАСТИНГУ У ПРОЦЕСІ РЕМОНТУ ТРС**

Канд. техн. наук Н.Д. Чигирик, магістрант О.М. Чвала

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ КРИОБЛАСТИНГА В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА ТПС**

Канд. техн. наук Н.Д. Чигирик, магістрант А.Н. Чвала

**THE PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION OF THE CRYOGENIC BLASTING IN REPAIR OF RAILWAY ROLLING STOCK**

Cand. of techn. sciences, assistant professor N.D. Chygyryk, undergraduate A.Chvala

*У статті проведено аналіз існуючих методів та способів очищення деталей та механізмів, що на даний час використовуються на залізничному транспорті. Запропоновано впровадження нової сучасної ресурсозберігаючої технології – очищення вузлів та деталей тягового рухомого складу за допомогою гранул сухого льоду, яка може бути використана в локомотивному депо. Описано принцип дії та переваги використання кріобластингу.*

**Ключові слова:** забруднення поверхонь, очищення деталей, методи очищення, кріогенний бластинг, гранули сухого льоду, безабразивне очищення.

*В статье проведен анализ существующих методов и способов очистки деталей и механизмов, используемых в настоящее время на железнодорожном транспорте. Предложено внедрение новой современной ресурсосберегающей технологии очистки узлов и деталей тягового подвижного состава с помощью гранул сухого льда, которая может применяться в локомотивном депо. Описаны принцип действия и преимущества применения криобластинга.*

**Ключевые слова:**загрязнение поверхностей, очистка деталей, методы очистки, криогенный бластинг, гранулы сухого льда, безабразивная очистка.

*The article analyzes the existing methods and techniques of cleaning parts and mechanisms that are currently used in railway transport. It's proposed the implementation of a new modern resource-saving technology in cleaning of units and parts of locomotives by means of dry ice pellets, which can be used in a railway rolling stockdepot. The operation principles and benefits of cryogenic blasting are described.*

**Keywords:** contamination of surfaces, cleaning of details, cleaning methods cryogenic blasting, dry ice pellets, non-abrasive cleaning.

**Вступ.** В сучасних умовах проблема удосконалення технічних засобів і технології очищення при ремонті й експлуатації рухомого складу набуває особливої гостроти у зв'язку з дефіцитом робочої сили, необхідністю підвищення продуктивності праці, культури виробництва і якості ремонту. Підвищення вимог до охорони навколишнього середовища потребує скорочення використання нафтових розчинників, токсичних мийних засобів і об'єму шкідливих стоків.

**Постановка проблеми.** Наукові дослідження показали, що лише завдяки якісному очищенню складальних одиниць та деталей у процесі ремонту ресурс відремонтованих механізмів збільшується на 25-30 %, а продуктивність ремонтного персоналу — на 15-20 %. Тому проведення якісних очисних робіт перед виконанням того чи іншого виду ремонту локомотивів має досить вагоме значення.

Також не в останню чергу важливим є вирішення питань щодо покращення якості проведення очищення, так як методи очищення деталей та механізмів, що на даний час використовуються на залізничному транспорті, є трудомісткими та не достатньо ефективними.

Також досить гостро стоїть питання екологічності, адже для виконання традиційних технологій очищення використовуються мийні засоби на основі розчинів хімічних сполук, що при потраплянні в навколишнє середовище наносять значної шкоди природі та негативно впливають на працівників, зайнятих на даних видах робіт.

Усе це сприяє пошуку нових видів проведення очищення деталей та механізмів, які б відповідали сучасним вимогам з

екологічності, трудомісткості та ефективності використання.

**Мета статті.** Огляд технології очищення різного роду забруднень за допомогою гранул сухого льоду, так званого «криогенного бластингу», для очищення машин, механізмів та деталей тягового рухомого складу перед, під час та після проведення їх ремонту в умовах локомотивного депо. Доцільність застосування даного методу очищення на залізничному транспорті в цілому.

**Основна частина досліджень.** Процес очищення проводиться при тиску від 7 до 14 атм, розпиляючи гранули сухого льоду стисненим повітрям, як і в багатьох інших струменевих процесах. У залежності від забруднення яке необхідно видалити, вплив на поверхню може відбуватися таким чином: якщо потрібно видалити крихке забруднення, наприклад фарбу, такий процес утворює хвилю напруги стиснення між основою і покриттям за рахунок контрасту температур поверхні. Така хвиля має достатньо енергії для того, щоб подолати зчеплення, тобто адгезію із забрудненням та відірвати його від поверхні. Якщо необхідно видалити пластичне або в'язке покриття, наприклад мастило, тоді процес проходить як гідроабразивний. При потраплянні на поверхню гранули вибухають, створюючи при цьому високошвидкісний потік снігу, який змиває нашарування бруду з поверхні, немов струмінь води, але при цьому оброблювана поверхня залишається сухою та знежиреною.

При проведенні очищення даним методом (рис. 1) використовується розпилення гранулами сухого льоду, що розганяється потоками стисненого повітря. Подача

відбувається зі швидкістю, що перевищує 150 м/с. Зіткнення гранул з відкладеннями і локальними скупченнями бруду призводить до їх різкого охолодження (до  $-79^{\circ}\text{C}$ ). Унаслідок відмінностей температурних коефіцієнтів шару бруду, що став крихким, гранули, потрапляючи на поверхню, сублімуються, при цьому

утворюючи ефект «вибуху» на поверхні очищення, тобто миттєво переходячи з твердого стану в газоподібний. Утворені при цьому «бульбашки» вуглекислого газу в 400 разів перевершують за об'ємом розміри самих гранул, відривають частинки бруду від поверхні.

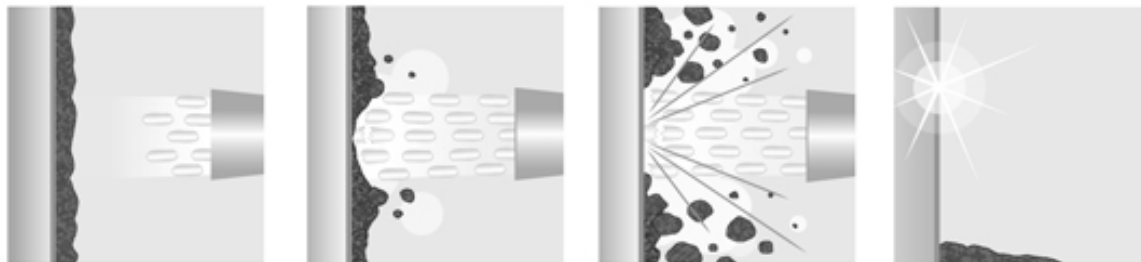


Рис. 1. Процес видалення забруднення за допомогою гранул сухого льоду

Сухий лід, використовуваний для очищення, просто випаровується. Таким чином, потрібно лише видалити відокремлений бруд за допомогою пилососа або шляхом його здування. При цьому поверхня залишається сухою і можна відразу ж відновити експлуатацію очищеного обладнання. Ще одна деталь: двоокис вуглецю, як у твердому, так і в газоподібному стані, має дуже малу електропровідність. Ось чому цей метод дає змогу проводити очищення елементів електрообладнання.

При використанні інших методів очищення в галузях промисловості доводиться стикатися з такою проблемою, як пошкодження поверхні, що очищається. На відміну від інших методів очищення цей метод відзначається тим, що гранули сухого льоду не є абразивним матеріалом, тобто не пошкоджують саму поверхню та не залишають вторинних відходів.

Приклад порівняння методів очищення наведений на рис. 2.

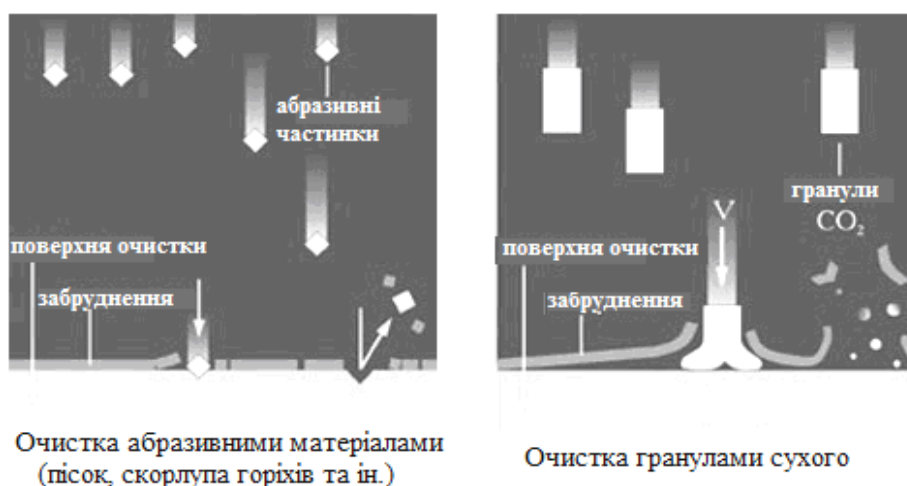


Рис. 2. Порівняння методів очищення

У теперішній час даний метод очищення, будучи сухим безвідходним процесом, все більш зміцнює свої позиції в численних галузях промисловості. Причинами цього стали технічні переваги та екологічність (CO<sub>2</sub>), що використовується в процесі струменевого очищення.

Процес очищення відбувається в три етапи:

1) механічний: гранули сухого льоду видуваються струменем стисненого повітря і вдаряються об забруднення на високій швидкості, видаляючи їх;

2) термічний: за рахунок низької температури сухий лід робить забруднення більш крихкими, при цьому виникає так званий «термічний шок», сприяючи їх повному видаленню;

3) сублімація: швидко перетворення твердого сухого льоду в газ провокує вибух на поверхні, що видаляє залишки забруднень та іржі.

Перевагами застосування нового методу очищення за допомогою гранул сухого льоду є:

1) можливість проводити очистку без необхідності сушіння, що істотно знижує час та трудовитрати в технологічному процесі ремонту ТРС;

2) відсутність «вторинних» відходів. Очищення сухим льодом виключає появу «вторинних відходів», так як CO<sub>2</sub> швидко випаровується, знижуючи цим кількість проблем та витрат, які характерні для інших існуючих методів очищення;

3) особлива екологічна безпека даного методу очищення. Після очищення гранули сухого льоду зникають при контакті з

поверхнею, при цьому не залишаючи вторинних відходів.

Крім чистоти та безпеки використання сухого льоду, він є вторинним продуктом інших виробничих процесів, тобто він вироблений з відновленого CO<sub>2</sub>;

4) можливість проводити очищення у важкодоступних місцях. Очищення за допомогою CO<sub>2</sub> більш ретельне та більш швидке, оскільки гранули проникають у важко доступні місця на відміну від інших методів;

5) можливість проводити очищення електрообладнання, так як після очищення не залишається вологого осаду;

6) можливість безабразивного очищення. Усуває можливість пошкодити поверхню об'єкта очищення, так як метод очищення сухим льодом не абразивний, тому на поверхні не утворюються вибоїни і не пошкоджується покриття;

7) збільшення рентабельності виробництва за рахунок скорочення часу простоїв у технологічному процесі очищення ТРС;

8) відсутність необхідності в розчинниках. Замість хімічних розчинників використовуються нешкідливі гранули сухого льоду;

9) значна економія робочого простору підприємства. Не потрібно виділяти окреме робоче місце для очищення. Установки для очищення за допомогою гранул сухого льоду є мобільними та переносними, тому їх можна швидко переміщати в будь-яке місце, де це необхідно.

Порівняльна характеристика існуючих методів очищення наведено в таблиці.

Таблиця

Порівняльна характеристика існуючих методів очищення

Метод очищення	Побічні дії	Електрична провідність	Абразивність	Токсичність	Ефективність
Сухий лід	Ні	Ні	Ні	Ні	Відмінно
Піскоструминна обробка	Так	Ні	Так	*	Добре
Содове очищення	Так	Ні	Так	*	Добре
Обробка водою	Так	Так	Ні	*	Задовільно
Розчинники, хімікати	Так	Так/ні	Ні	Так	Обмежена
Механізовані інструменти	Ні	Так/ні	Так	Так/ні	Обмежена
Ручні інструменти	Ні	Так/ні	Так	Так/ні	Обмежена
* Коли виконується очищення поверхонь від небезпечних речовин, традиційні очищувальні матеріали, які вступають з ними в контакт, забруднюються. Ці матеріали також класифікуються як токсичні відходи та потребують відповідної утилізації					

Впровадження в локомотивному депо методу очищення за допомогою гранул сухого льоду дає змогу проводити:

- очищення тягових електродвигунів;
- очищення візків та рам локомотивів перед проведенням ремонту;
- очищення колісних пар ТРС;
- очищення кузова перед фарбуванням;
- очищення електрообладнання та електричних машин;
- очищення турбокомпресора тепловоза;
- очищення охолоджувальних пристроїв тепловоза;
- очищення вузлів та деталей дизеля тепловоза.

**Висновки.** Запропонований метод очищення сухим льодом або «криогенний бластинг» (кріобластинг) є унікальним, оскільки дає змогу очистити, не залишаючи ніяких

слідів і додаткових відходів. Природне випаровування сухого льоду є одним з важливих переваг даної технології, так як використані гранули випаровуються на 100 %.

Дуже низька температура гранул сухого льоду ( $-79^{\circ}\text{C}$ ) призводить до «термічного шоку» забруднюючого шару, від чого він «стискається» і легко видаляється з поверхні, не завдаючи шкоди поверхні матеріалу об'єкта очищення.

Таким чином, запропонований метод очищення тягового рухомого складу в процесі ремонту дає змогу найбільш ефективно видаляти різні види забруднень. Так як при криогенному бластингу не використовуються токсичні і пожежонебезпечні речовини він чинить найменший вплив на навколишнє середовище у порівнянні з іншими методами очищення та є екологічно безпечним.

### Список використаних джерел

1. Правила технического обслуживания и текущего ремонта тепловозов типа ТЭЗ и ТЭ1 О/МПС [Текст]. – М.: Транспорт, 1988. – 256 с.
2. Караваев, И.И. Состав эксплуатационных загрязнений подвижного состава [Текст] / И.И. Караваев, Г.О. Голубкова, В.М. Лапшина // Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1992.
3. Маслов, Н.Н. Прогрессивные способы очистки деталей [Текст] / Н.Н. Маслов, В.И. Плутув. – Л.: 1971.
4. Козлов, Ю.С. Очистка изделий в машиностроении [Текст] / Ю.С. Козлов, О.К. Кузнецов, А.Ф. Тельнов. – М.: Машиностроение, 1982. – 261 с.
5. Каравев, И.И. Перспективы развития техники и технологии очистки подвижного состава [Текст] / И.И. Каравев, А.Г. Попов // Сб. науч. трудов ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1992. – 80 с.
6. Коробко, В.И. Удаление прочносвязанных загрязнений поверхностей деталей [Текст] / В.И. Коробко, В.И. Семенов // Труды ГОСНИТИ. – 1995. – № 95. – С. 70-73.
7. Тельнов, Н.Ф. Очистка основа качества ремонта [Текст] / Н.Ф. Тельнов. – Техника в сельском хозяйстве. – 1980. – № 6.
8. Методика оценки технико-экономической эффективности внедрения ресурсосберегающих технологий и их влияния на сокращение эксплуатационных расходов [Текст] / МПС. – М.: Транспорт, 1998. – 36 с.
9. Бластинг: Гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке [Текст]. — Екатеринбург: ООО ИД «Оригами», 2007. — 216 с.
10. <http://24smi.org/news/15291-ochistka-suhim-ldom-metodom-kriogenного-blastinga-.html>.

Рецензент, д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Чигирик Наталія Дмитрівна, канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту, Тел.: (057) 730-19-99.

Чвала Олександр, слухач ІППК, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-42.

Chygyryk Nataliya Dmitriivna, cand. of techn. sciences, dotsent department of maintenance and repair of rolling stock Ukraine State University of Railway Transport. Тел.: (057) 730-19-99.

Chvala Alexander, listener IPPK Ukrainian State University of Railway Transport, a group of L- MR-B-14. Tel. (057) 730-10-42.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.