

УДК 621.829

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.72787>

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ БОРОТЬБИ З НАЛИПАННЯМ ТА НАМЕРЗАННЯМ ВОЛОГИХ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ ДО ПОВЕРХОНЬ КУЗОВІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Кандидати техн. наук Є.В. Романович, Г.М. Афанасов, А.О. Бабенко,
студ. Р.В. Міланченко

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С НАЛИПАНИЕМ И НАМЕРЗАНИЕМ ВЛАЖНЫХ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ К ПОВЕРХНОСТЯМ КУЗОВОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кандидаты техн. наук Е.В. Романович, Г.М. Афанасов, А.А. Бабенко,
студ. Р.В. Миланченко

ANALYSIS OF MEASURES TO FIGHT AND FROST BUILDUP OF MOISTURE BULK CARGOES TO WORKING SURFACE VEHICLES

Cand. of techn. sciences E. Romanovich, G. Afanasov, A. Babenko,
Stud. R. Milanchenko

Згідно аналізу робіт видатних вчених визначили основні параметри фізичних основ прилипання вологих насипних вантажів до робочих поверхонь кузовів транспортних засобів та розглянули основні методи боротьби з цими явищами. Звідси випливає, що найбільш перспективним засобом боротьби є використання покриттів, які здатні знижати прилипання вологих насипних вантажів. Такі покриття слід шукати в галузі полімерних і гідрофобних лакофарбових покриттів, поверхневий натяг яких нижче, чим у води.

Ключові слова: насипний вантаж, транспортний засіб, намерзання, налипання, поверхневий натяг, покриття, гідрофобні покриття, полімери.

Согласно анализу работ выдающихся ученых определили основные параметры физических основ прилипания влажных насыпных грузов к рабочим поверхностям кузовов транспортных средств и рассмотрели основные методы борьбы с этими явлениями. Отсюда следует, что наиболее перспективным средством борьбы является использование покрытий, которые способны снижать прилипание влажных насыпных грузов. Такие покрытия следует искать в области полимерных и гидрофобных лакокрасочных покрытий, поверхностное натяжение которых ниже, чем у воды.

Ключевые слова: насыпной груз, транспортное средство, намерзание, налипание, поверхностное натяжение, покрытия, гидрофобные покрытия, полимеры.

Vehicles, including open rolling stock of railways, during production, handling, transportation and storage of bulk cargo does not meet the design capacity, as the volume of processed goods especially in conditions of high humidity or frost, is significantly reduced. This is due to sticking or interpreted as freezing of bulk cargo in the vehicle body and as a consequence do not complete their unloading.

According to the analysis of works of prominent scientists have identified the main parameters of the physical bases of adhesion of wet bulk cargo to the working surfaces of bodies of vehicles and reviewed the main methods of dealing with these phenomena. It follows that the most promising way to fight is to use coatings that are capable of sticking znyzhaty wet bulk cargoes. Such coatings are to be found in polymer and hydrophobic coatings, surface tension which is lower than that of water.

Keywords: bulk cargo vehicle accretion, adhesion, surface tension, coatings, hydrophobic coatings, polymers.

Вступ. Транспортні засоби, в тому числі відкритий рухомий склад залізниць, в процесі видобутку, перевантаження, транспортування

та зберігання насипних вантажів не відповідає розрахунковій продуктивності, тому що об'єм вантажів, що переробляються особливо в

умовах високої вологості чи морозу, значно зменшується. Це пов'язано з налипанням або намерзанням насипних вантажів до робочих поверхонь кузовів транспортних засобів і як наслідок не повне їх розвантаження. При цьому продуктивність думпкарів або напіввагонів зменшується до 40%, екскаваторів до 35%, бункерів до 70%. Ці дані свідчать про актуальність питання створення ефективних засобів запобігання налипанню чи примерзанням насипних вантажів до металевих поверхонь транспортних засобів або їх механічної очистки.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. При переробці насипних вантажів продуктивність транспортних засобів різко зменшується: в зимовий період у зв'язку з явищем примерзання вантажів до металевих поверхонь, а в осінній і весняний – з прилипанням вологого вантажу.

Використання ручної праці для боротьби з цими явищами є малопродуктивним, трудомістким, іноді небезпечним для обслуговуючого персоналу. Таким чином, боротьба з прилипанням та намерзанням насипних вантажів є важливим завданням як для залізниць, так і для інших підприємств України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню процесів перевезення вологих насипних вантажів та вивченню проблеми їх налипання та примерзання до робочих поверхонь кузовів транспортних засобів присвячені роботи видатних вчених [1-10]. Встановлено, що процес налипання або примерзання вантажів до поверхонь обумовлено таким фізичним явищем, як змочування їх водою тобто при контакті води та поверхні.

Також нажалі всі відомі на цей час засоби боротьби з налипанням або намерзанням не знайшли широкого застосування на промислових підприємствах в Україні і в світі.

Визначення мети та задачі дослідження. Дана робота присвячена дослідженню процесу налипання або намерзання насипних вантажів до робочих поверхонь кузовів транспортних засобів, зокрема, рухомого складу та аналізу існуючих методів боротьби з цими явищами.

Основна частина досліджень. На першому етапі наших досліджень було визначення основних фізичних основ прилипання вологих насипних вантажів (глинистих насипних вантажів) до поверхонь транспортних засобів.

Налипання обумовлюється здатністю вологих насипних вантажів адсорбувати на своїй поверхні молекули води. Згідно [4] встановлено, чим менші частки, тим більший шар води вони утримують біля своєї поверхні. Це пояснює більш інтенсивне прилипання вологих вантажів розміром менше 5 мкм.

Прилипання вологих вантажів до твердої поверхні транспортних засобів відбувається в результаті контакту води, на яку діють одночасно різні сили, як зі сторони глинистих часток, так і із сторони твердої поверхні. Звідси, величина прилипання вологого вантажу до твердої поверхні залежить від взаємодії молекул води і покриття.

Одним з проявів взаємодії молекул є здатність твердої поверхні змочуватися водою. Розрізняють гідрофільні (поверхні, що змочуються) та гідрофобні (поверхні, що не змочуються) [5].

При відсутності взаємодії між молекулами води і твердого тіла сили поверхневого натягу не можуть подолати сили внутрішнього зчеплення між молекулами води, і як наслідок процес прилипання не відбудеться.

Умову змочування твердого покриття рідиною можна виразити наступним чином [6]

$$\sigma_T > \sigma_{\text{ж}} + \sigma_{\text{Тж}},$$

де σ_T – рівноважний поверхневий натяг твердого тіла;

$\sigma_{\text{ж}}$ – поверхневий натяг рідин;

$\sigma_{\text{Тж}}$ – міжфазовий поверхневий натяг на межі твердо тіло – рідина.

В стані рівноваги твердої та рідинної поверхонь величиною міжфазовим поверхневим натягом можна знехтувати, тоді умова змочування поверхонь має наступний вигляд

$$\sigma_T > \sigma_{\text{ж}}.$$

Змочування твердої поверхні рідиною можна виразити також величиною адгезії W_a згідно рівняння Дюпре-Юнга [6]

$$W_a = \sigma_{\text{ж}}(1 + \cos\theta),$$

де θ – крайовий кут змочування, що утворюється каплею на твердій поверхні в рівноважному стані.

Відповідно виразу (3) вода змочує всі метали, окиси металів, кристали солей, скло та не змочує більшість твердих органічних речовин, які мають меншу величину поверхневого натягу.

Звідси випливає, що тверді покриття, які не змочуються водою, а відповідно, які здатні знижати прилипання вологих насипних вантажів, слід шукати в галузі полімерних і гідрофобних лакофарбових покриттів, поверхневий натяг яких нижче, чим у води.

Другий етап наших досліджень присвячений аналізу існуючих, як вітчизняних, так і зарубіжних заходів боротьби з налипанням насипних вантажів до поверхонь транспортних засобів.

Всі відомі заходи по характеру дії можна розділити на дві основні групи (рис.1) [3-8].

1. Способи видалення налиплої або намерзлої маси насипних вантажів до робочих поверхонь транспортних засобів:

- механічні засоби очистки;
- електроосмос.

2. Засоби, що захищають робочі поверхні транспортних засобів від налипання або намерзання насипних вантажів:

- механічна ізоляція;
- хімічна ізоляція.

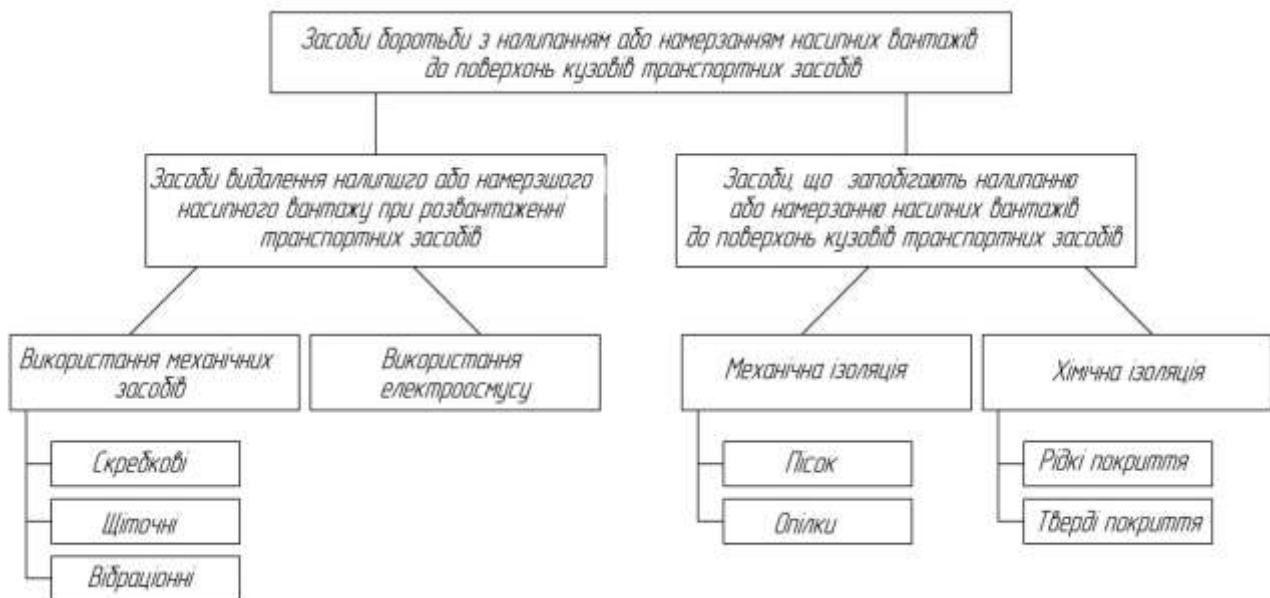


Рис. 1. Класифікація засобів боротьби з прилипанням або замерзанням вологих насипних вантажів до поверхонь кузовів транспортних засобів

До механічних засобів очистки відносяться засоби боротьби з налипанням або замерзанням за допомогою пристроїв як механічно незалежних, які не зв'язані з вузлами пристроїв для очищення (скребок, вібраційні, щітці і т.п.), так і механічно зв'язаних з деталями транспортних засобів (вібратори на стінках та люках думпкарів, бункерів і т.п.)

Використання скребкових пристроїв прискорює процес розвантаження транспортних засобів (у порівнянні з ручною працею у 1,5-2 рази), але не забезпечує їх

повної очистки та має високу вірогідність пошкодження поверхонь кузовів.

На деяких підприємствах України використовують вібраційні пристрої, які також збільшують продуктивність очищення транспортних засобів до двох разів, але ці пристрої не працюють при замерзанні або в умовах інтенсивного прилипання насипних вантажів. Крім того, вібрація обладнання призводить к передчасному зносу ємностей транспортних засобів.

Найбільш ефективним і простим з механічних засобів для очистки транспортних засобів, на наш погляд, є використання щіточних машин. Вони є достатньо ефективними при роботі з налиплими насипними вантажами і слабконамерзлими. Основним недоліком цих машин є те, що вони

не працюють з інтенсивно намерзлими насипними вантажами. Одну з таких машин було розроблено фахівцями лабораторії механізації вантажно-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті Української державної академії залізничного транспорту (рис. 2).

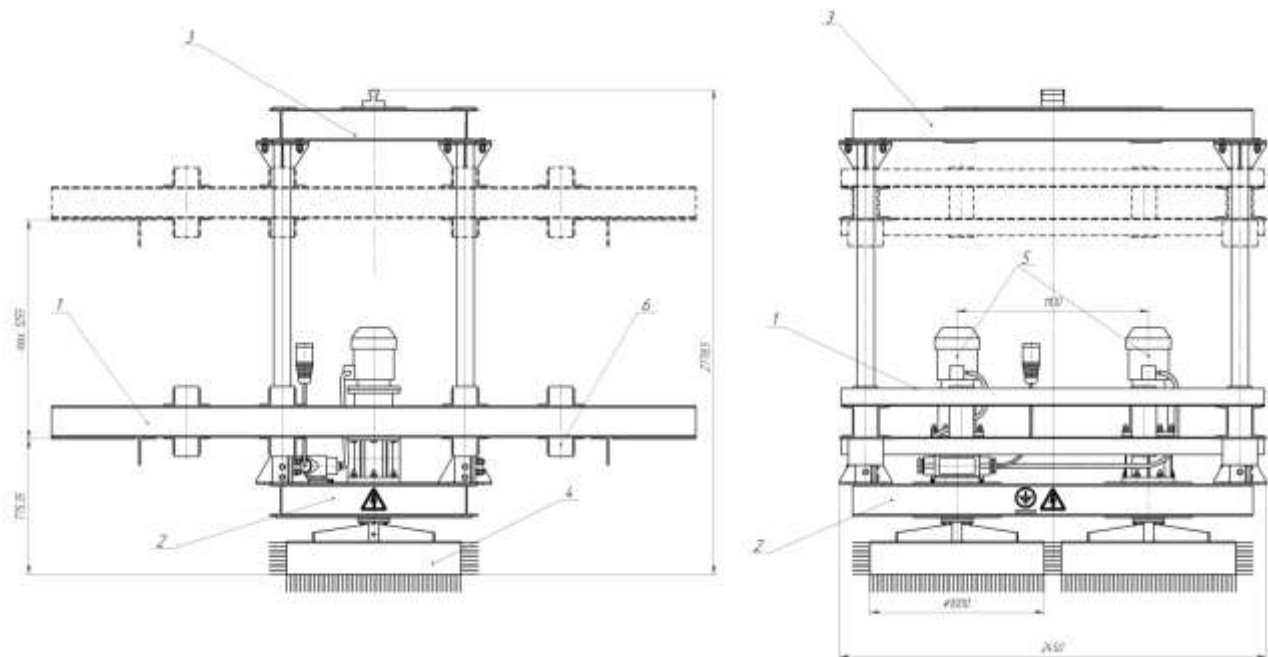


Рис. 2. Пристрій для очищення напіввагонів та думпкарів від налиплих та намерзлих насипних вантажів

Пристрій для очищення напіввагонів та думпкарів від налиплих та намерзлих насипних вантажів складається із трьох рам (опорної 1, верхньої 3 та моторної 2) (рис. 2), на нижній рамі встановлено два робочих органи 4, які приводяться в дію за допомогою мотор-редукторів 5. Захват та переміщення пристрою здійснюється краном, а задля запобігання зсуву опорної рами з верхньої обв'язки вагону на ній встановлені упори 5. Живлення мотор-редукторів забезпечується від електромережі крану.

Але не дивлячись на всі переваги механічних засобів, найбільш перспективним є використання засобів, що запобігають налипанню або намерзання насипних вантажів до кузовів транспортних засобів.

Одним з таких засобів є механічна ізоляція тобто створення між насипним вантажем та поверхнею кузовів транспортних засобів шару іншого матеріалу, який запобігає налипанню або примерзання. Частіш для цих

цілей використовують тирсу та сухий пісок, якими обсыпають внутрішні поверхні кузовів.

Не дивлячись на простоту цей спосіб не знайшов широкого використання на практиці.

Більш широкого застосування знайшов метод використання рідинних покриттів, який полягає в створенні на робочих поверхнях кузовів транспортних засобів адсорбційних плівок поверхнево-активних речовин, які різко підвищують гідрофобність цих поверхонь. Таким чином використання рідких профілактичних засобів «Ниогрин», «Северин» підвищують продуктивність розвантаження транспортних засобів до 20%. Нанесення цих матеріалів здійснюється розпиленням за допомогою форсунок [1-8].

Недоліками цього засобу є недовговічність захисних плівок, відповідно, необхідність систематичного повторного обприскування поверхонь.

Недоліків рідинних покриттів не мають тверді полімерні покриття.

При нанесенні на робочі поверхні кузовів транспортних засобів твердих полімерних покриттів, які володіють високими гідрофобними властивостями, досягаються дві цілі – значно зменшується налипання або примерзання до них вологих насипних вантажів та створюється надійний захист від корозії деталей, що з ним контактують.

Таким чином предметом наших подальших досліджень є вивчення існуючих твердих полімерних або лакофарбових покриттів, які володіють високими гідрофобними властивостями, а також створення нових видів покриттів та методів їх нанесення на робочі поверхні кузовів транспортних засобів [3].

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку:

1. Провівши аналіз робіт видатних вчених визначили основні параметри фізичних

основ прилипання вологих насипних вантажів до робочих поверхонь кузовів транспортних засобів.

2. Фахівцями лабораторії механізації вантажно-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті Української державної академії залізничного транспорту запропонована нова конструкція пристрою для очищення напіввагонів та думпкарів від налиплих та намерзлих насипних вантажів із щіточними робочими органами.

3. Виходячи із молекулярної та термодинамічної теорії, основним напрямом, що дозволяє зменшити силу зчеплення вологих насипних вантажів із робочими поверхнями кузовів транспортних засобів є їх гідрофобізація за рахунок використання твердих полімерних або лакофарбових покриттів.

Список використаних джерел

1. Лепнев, М.И. Грузы и мороз [Текст] / М.И. Лепнев, Э.П. Северинова. – М.: Транспорт, 1988. – 143 с.
2. Лепнев, М.И. Разогрев смерзшихся грузов на установках с инфракрасными излучателями [Текст] / М.И. Лепнев, В.И. Потапов. – Л.: Стройиздат, 1979. – 95 с.
3. Дунаевская, М.П. Разработка и обоснование эффективных средств защиты емкостей транспортного и перегрузочного оборудования от прилипания и примерзания горной массы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Дунаевская Маргарита Павловна. – М., 1984. – 184 с.
4. Медведева, В.Я. Профилактика поверхностей горнотранспортного оборудования от примерзания и прилипания пород угля [Текст] / В.Я. Медведева, Г.А. Субботина, Н.И. Шальнова. – Уголь, 1974. – 125 с.
5. Синявская, Р.И. Средства для улучшения разгрузки из вагонов в зимнее время [Текст] / Р.И. Синявская, Г.А. Субботина // Обогащение и брикетирование угля: сб. науч. тр. – М., 1972. – №3. – С. 15-17.
6. Селенский, И.А. Способ предотвращения примерзания [Текст] / И.А. Селенский, А.М. Полежаев // Железнодорожный транспорт: сб. науч. тр. – М., 1968. – №2. – С. 15-16.
7. Новиков, Б.А. Борьба с прилипанием и примерзанием горной массы к ковшам землеройных машин [Текст] / Б.А. Новиков // Добыча угля открытым способом: сб. науч. тр. ЦНИИЭуголь. – М., 1980. – №5. – С. 5-22.
8. Васильев, В.В. Твердые полимерные покрытия для предотвращения прилипания и примерзания горной массы [Текст] / В.В. Васильев, М.П. Дунаевская, В.Я. Медведева // Уголь Украины: сб. науч. тр. – Донецк, 1983. – №6. – С. 25-26.
9. Кожевников, Н.Н. Прогнозирование процессов промерзания в сыпучих материалах при железнодорожных перевозках [Текст] / Н.Н. Кожевников, В.И. Попов. – Новосибирск: Наука, 1978. – 104 с.
10. Перевозка смерзающихся грузов [Текст] / И.И. Батраков, Ю.А. Носков [и др.]; под ред. Ю.А. Носкова. – М: Транспорт, 1988. – 208 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор М.П. Ремарчук

Романович Євген Валентинович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 730-10-72.
Афанасов Георгій Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 730-10-72.
Бабенко Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 730-10-72.

Миланченко Роман Валерійович, студент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту.

Rovanovich Evgeniy candidate of technical sciences, associate professor, department of construction, travel and cargo handling machines, Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-72. E-mail: kafspprm2@rambler.ru.

Afanasov Georgiy candidate of technical sciences, associate professor, department of construction, travel and cargo handling machines, Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-72. E-mail: kafspprm2@rambler.ru.

Babenko Andriy candidate of technical sciences, associate professor, department of construction, travel and cargo handling machines, Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-72. E-mail: kafspprm2@rambler.ru.

Milanchenko Roman student of department of construction, travel and cargo handling machines, Ukrainian State Academy of Railway Transport.