

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ОТ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ. СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. М. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. А. СЕВРУК

Белорусская железная дорога, г. Гомель

Качество ремонта грузовых вагонов остается одной из сложнейших проблем, а ремонт и испытание тормозного оборудования – одного из важнейших узлов, отвечающих за безопасность движения – в особенности.

Могилевское вагонное депо специализируется на ремонте хоппер-минераловозов и хоппер-цементовозов. В последнее время депо освоило ремонт полувагонов как одного из наиболее востребованных подвижных составов на Белорусской железной дороге. При этом условия ремонта приближены к заводским. Проводятся деповской ремонт, капитальный ремонт, капитальный ремонт повышенного объема, включающий смену элементов: крыши, обшивки, обвязки с применением окраски в дробеструйно-окрасочном комплексе. Правильная очистка обеспечивает оптимальную производительность, внешний вид и долговечность деталей.

В данной статье рассмотрены различные методы очистки деталей вагонов, сферы их применения, преимущества и особенности.

Необходимость разработки наиболее эффективных методов очистки деталей и узлов грузовых вагонов от коррозионных и других повреждений, выработка решения по совершенствованию существующих способов очистки являются наиболее важными задачами в настоящее время для проведения качественного ремонта, а также сохранения, использования полного ресурса подвижного состава в течение жизненного цикла. Примеры состояния деталей грузовых вагонов при поступлении их в плановые виды ремонта представлены на рисунке 1.

а)



б)



в)



г)



Рисунок 1 – Состояние деталей вагонов, поступающих в ремонт:
а – тормозной цилиндр 188-Б полувагона; б – рабочая камера 295М.001 полувагона;
в – рабочая камера 295М.001 цементовоза; г – главная часть 270.023 цементовоза

При выборе метода очистки деталей и узлов грузовых вагонов преимущество за современными методами, которые соответствуют правилам и нормам безопасности, требованиям охраны труда и охраны окружающей среды.

Определенные методы очистки (химическая, электрохимическая и ультразвуковая) требуют соответствующей вентиляции, средств индивидуальной защиты и особых мер по утилизации отходов. Сравнение методов очистки по основным технологическим параметрам представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение методов очистки

Метод очистки	Воздействие на поверхность деталей и узлов	Технологичность процесса	Безопасность и экологичность процесса	Стоимость
Химическая, электрохимическая и ультразвуковая	Не повреждает поверхность	Низкая/Средняя	Требуется специальная защита оператора и утилизация токсичных растворителей. Ядовитые испарения. Источник загрязнения окружающей среды. Большие затраты электроэнергии	Низкая/Средняя/Высокая
Дробеструйная	Повреждает поверхность	Низкая/Средняя	Требуется специальная защита оператора, загрязненные отходы (дробь, удаляемый материал и т. д.)	Низкая/Средняя
Очистка сухим льдом	Деликатное воздействие на поверхность	Низкая/Средняя	Загрязненные отходы (удаляемый материал). Шумный процесс	Средняя/Высокая
Лазерная	Не повреждает поверхность	Средняя/Высокая	Низкое количество отходов в виде испаряемого материала	Высокая стоимость аппаратуры. Низкая стоимость эксплуатации

Дробеструйная очистка деталей. Метод работы заключается в очистке покрытия металла абразивными частицами при помощи кинетической энергии. Сильная струя воздуха направляет частицы на поверхность материала с огромной скоростью, которая может достигать 730 м/с. Для обработки используют специальное оборудование, где до высокой скорости разгоняют частицы, а затем направляют на поверхность. Оборудование, применяемое для очистки, приведено на рисунке 2.

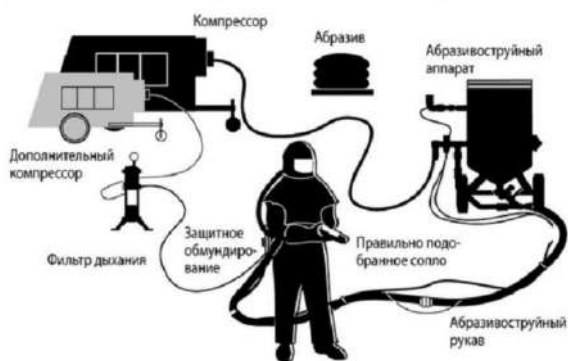


Рисунок 2 – Оборудование для дробеструйной очистки деталей

Так как метод подразумевает использование абразивных частиц, существуют различные виды, применение которых зависит от обрабатываемого материала. В Могилевском вагонном депо в качестве абразивного материала для очистки кузовов вагонов применяется стальная дробь, которая хорошо устраняет грязь и ржавчину и повышает физические свойства металла. Данный абразив отлично справляется с удалением ржавчины, окалины и налета, а также хорошо подготавливает поверхность к дальнейшему нанесению на нее лака, краски, эмали и других покрытий.

Применение данного метода очистки хорошо подходит для очистки кузова вагона в целом в закрытом участке. Однако при проведении депоовского ремонта этот метод не подходит, так как полной очистки кузова вагона не требуется. Здесь необходимы точечные методы очистки тормозных приборов перед ремонтом как снимаемых с вагона с дальнейшей передачей их в контрольный пункт автотормозов, так и не снимаемых (например, рабочая камера).

Кроме этого, существуют недостатки такого метода очистки:

- установка не позволяет произвести очистку деталей в некоторых труднодоступных местах, а сами процессы очистки имеют низкий уровень автоматизации, необходимо постоянное присутствие оператора;
- трудоемкость очистки дроби от очищаемого материала для повторного использования;
- риск повреждения деталей из-за высокого давления;

– толщина стенки обрабатываемых деталей не должна быть менее 3 мм, в противном случае рельеф покрытия на металле после такой очистки может быть не ровным.

Очистка сухим льдом. Технология является инновационным методом очистки без повреждения поверхности. Принцип заключается в струйном распылении гранул сухого льда под высоким давлением. Сухой лед представляет собой твердую форму двуокиси углерода CO_2 . Гранулы вылетают из сопла с высокой скоростью и, попадая на поверхность, сбивают загрязнения.

Сухой лед – это твердое агрегатное состояние углекислоты. CO_2 – это бесцветный газ, без вкуса и запаха, также содержится в атмосфере. Температура твердой формы – $-78,33\text{ }^\circ\text{C}$. Особенность этого вещества в том, что оно переходит из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое агрегатное состояние. Этот процесс называется сублимацией. Производят сухой лед из жидкой углекислоты с помощью ее прессования при высоком давлении около 300 атм.

Процесс очистки сухим льдом происходит при выходном давлении от 7 до 14 бар. За счет давления сжатого воздуха гранулы разгоняются до скоростей, близких к скорости звука. Сейчас в большинстве случаев для очистки применяют стандартное магистральное давление в диапазоне 2,0–6,9 бар. Поток гранул с высокой скоростью, попадая на поверхность, создает большое механическое воздействие. При этом частицы сухого льда, попадая на поверхность, имеющую температуру, большую, чем температура агрегатного состояния сухого льда, начинают сублимироваться. Поэтому происходит расширение гранул сухого льда. При расширении в 700 раз частицы сухого льда оказывают сильное очищающее воздействие. При ударе гранулы взрываются, создавая высокоскоростной поток снега, который смывает, словно струей воды, ржавчину и наслоения с обрабатываемой поверхности (рисунок 3, а).

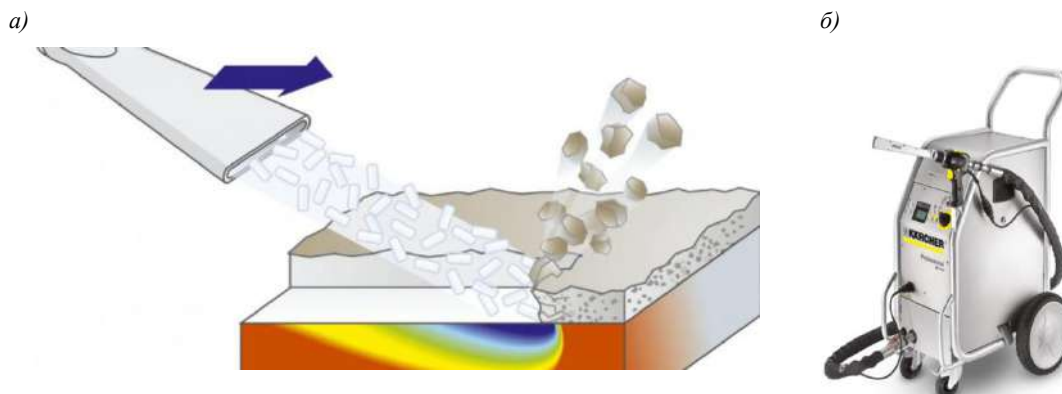


Рисунок 3 – Процесс очистки сухим льдом (а) и общий вид установки для струйной обработки сухим льдом (б)

Технология очистки сухим льдом позволяет проводить работы, не прерывая производственных процессов, т. е. сокращает до минимума периоды простоя оборудования, тем самым способствуя снижению затрат и увеличению прибыли.

Благодаря высокому качеству процесса очистки и уменьшению времени простоя оборудования, отсутствию демонтажа сокращаются до минимума затраты на техническое обслуживание оборудования, отпадает необходимость в применении химических продуктов и растворителей. Всё это позволяет сократить сроки окупаемости инвестиций.

По сравнению с абразивной очисткой у данной технологии существуют и плюсы, и минусы. К плюсам относится, то что сухой лед не повреждает поверхность, и после очистки остаются только загрязнения. После абразивной же обработки, остается еще и сам материал абразива, который надо тоже утилизировать. Сам материал абразива дешевле и доступнее, чем сухой лед. Но при этом требуются демонтаж и последующая обработка поверхности, что ведет к дополнительным затратам, хотя эффективность и быстрота очистки сухим льдом превосходит абразивную очистку.

Еще одним преимуществом является мобильность оборудования (рисунок 3, б), которое генерирует и подает под давлением гранулы сухого льда. Непосредственно сами бластеры – установки для очистки – не больше обычных моек. Они, как правило, комплектуются колесами и ручками для удобства транспортировки, весят от 30 до 100 кг. Бластеры работают от готового сухого льда, который предварительно загружается в специальный контейнер.

Принцип лазерной очистки. Лазерная абляция, или световая абляция, – это процесс удаления материалов с твердых поверхностей путем облучения их лазерным лучом. При низком лазерном потоке материал нагревается и испаряется или сублимируется поглощенной лазерной энергией. При высоком лазерном потоке материалы обычно превращаются в плазму.

Луч, излучаемый лазером, поглощается слоем загрязнителя на обрабатываемой поверхности. При поглощении большой энергии образуется быстро расширяющаяся плазма и возникают ударные волны. Ударные волны разбивают загрязняющие вещества и удаляют их.

Схема процесса лазерной очистки (рисунок 4) предельно проста: излучение импульсного лазера фокусируется на поверхности детали. Причем размер пятна должен быть таким, чтобы плотность мощности излучения за время импульса приводила к быстрому повышению температуры поверхностного слоя до температуры его разрушения (испарения или сублимации). Ориентировочная величина такой плотности мощности составляет 107–1010 Вт/см² и более.

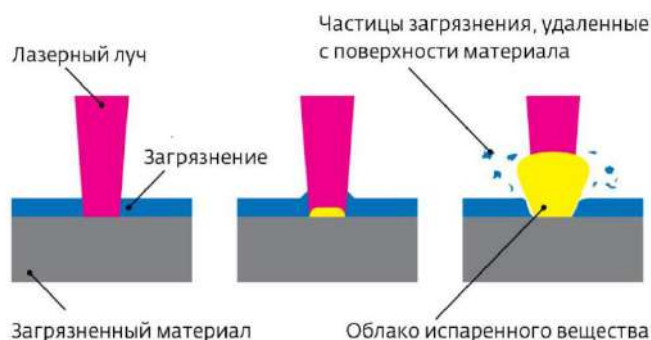


Рисунок 4 – Схема процесса лазерной очистки

– высокая скорость обработки рабочих поверхностей.

Сравнение лазерной очистки и очистки сухим льдом. Очистка сухим льдом широко используется в промышленном производстве. Она применяется для удаления ржавчины и краски. Обработка сухим льдом является важной частью промышленной очистки.

Лазерная очистка – самый передовой и новый промышленный метод очистки, разработанный 17 лет назад. В последние четыре года она также часто применяется для удаления краски и ржавчины, загрязнений маслом, а также чистки от нагара, например пресс-форм заготовок, и в автомобилестроении.

Очистка сухим льдом в основном сравнивается с традиционными химическими чистящими средствами. Большинство преимуществ, которыми она обладает, относятся к экологичности и качеству очистки поверхности.

Как новый промышленный метод очистки лазерная очистка компенсирует недостатки очистки сухим льдом и имеет более широкий спектр применения. Можно сказать, что это модернизированная и улучшенная версия очистки, лучшая версия очистки сухим льдом.

Как новая технология, заменяющая традиционную очистку, лазер имеет очевидные преимущества перед традиционными методами:

- отсутствие шума и загрязнения окружающей среды;
- отсутствие механических напряжений;
- нулевая потеря прецизионных приборов;
- отсутствие ущерба для здоровья операторов.

Помимо вышеперечисленных преимуществ самым важным элементом лазерной очистки является стоимость: стартовая цена машины лазерной очистки минимальной мощности составляет более 10 000 дол., а мощного очистного оборудования – зачастую десятки тысяч.

Однако рынок имеет глубокие деловые контакты и долгосрочную инерцию использования старого метода очистки. Три-четыре мощных производителя лазерной очистки всё же не могут закрыть и вытеснить такую огромную сеть покрытия, как индустрия очистки сухим льдом (при этом первоначальная инвестиционная стоимость этой технологии непомерно высока).

Хотя лазерная очистка имеет преимущества, требуется время, чтобы рынок принял её. В связи с быстрым развитием индустрии лазерной очистки считается, что она будет известна и принята рын-

При фокусировке излучения в пятно диаметром порядка 0,2 мм для достижения такой плотности мощности достаточно использовать импульсный волоконный лазер со средней мощностью всего 10 Вт. Преимуществами способа:

- высокое качество зачистки;
- автоматическое отключение фокусирующего луча после окончания зачистки;
- наличие функции защиты от выхода излучения за пределы заготовки;
- возможность работы с комбинированными материалами;

ком в ближайшие несколько лет и станет наиболее эффективным методом очистки для замены традиционной чистки песком, химией или сухим льдом.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что при использовании данного метода очистки элементов тормозного оборудования происходит быстрая окупаемость оборудования и, как следствие, экономия капитальных средств (при ремонте) собственников подвижного состава (в частности, Белорусской железной дороги) на покупке нового тормозного оборудования. Также немаловажным фактором является возможность применения установки на подвижном составе при выполнении очистки кузовов, поврежденных коррозией.

Список литературы

- 1 Лазерная очистка в машиностроении и приборостроении / В. П. Вейко [и др.]. – СПб. : НИУ ИТМО, 2013. – 103 с.
- 2 Лазерная очистка экономически эффективна и надежна [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://photonica.pro/2019/08/01/lazernaya-ochistka-ekonomicheski-effektivna-i-nadezhna>. – Дата доступа : 10.08.2023.
- 3 Вейко, В. П. Лазерная очистка поверхностей металлов: физические процессы и применение / В. П. Вейко, Т. Ю. Мугин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernaya-ochistka-poverhnostey-metallofvizicheskie-protsessy-i-primeneniye/viewer>. – Дата доступа : 18.07.2023.
- 4 Технологии лазерной очистки поверхностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rnlt.su/ru/lazer-tehnologii/lazer-ochistka>. – Дата доступа : 12.07.2023.

УДК 629.463.62.002.7

КРЕПЛЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА

И. А. ВОРОЖУН, А. В. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время в Республике Беларусь при подготовке груза к транспортированию необходимо руководствоваться межгосударственным стандартом ГОСТ 26653–2015 «Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования». За введение этого стандарта помимо Беларуси проголосовали Армения, Казахстан, Киргизия, Россия и Таджикистан. Этот стандарт устанавливает общие требования по подготовке генеральных грузов к транспортированию в прямом и смешанном сообщениях автомобильным, железнодорожным, воздушным и водными видами транспорта. Генеральные грузы – это различные штучные грузы, например металлопродукция, крупногабаритные и тяжеловесные грузы, железобетонные изделия и т. п. Действие стандарта распространяется как на международные, так и на внутренние перевозки. В приложениях стандарта приведены нормативные динамические нагрузки на соответствующем виде транспорта, а также технические характеристики материалов с повышенным коэффициентом трения.

На каждом виде транспорта существует понятие крупногабаритного груза. Так, при автомобильных перевозках транспортное средство с грузом или без груза считается крупногабаритным, если его размеры превышают хотя бы один из следующих показателей: по высоте 4,0 м от поверхности дороги, по ширине 2,5 м, по длине 20 м для автопоезда с одним прицепом (полуприцепом) и 24 м для автопоезда с двумя и более прицепами, а также если груз выступает за заднюю точку габарита транспортного средства более чем на 2 м. Для того чтобы не превысить указанные показатели при перевозке труб большого диаметра, автотранспортное средство оборудуют турникетными устройствами. Для перевозки длинномерных труб предлагается использовать автопоезд, включающий тягач и прицеп-ропуск. На тягаче и прицепе-ропуске установлены поперечные балки с ложементами для размещения труб, причем на прицепе-ропуске ложементы закреплены жестко, а на тягаче с возможностью перемещения – в поперечной плоскости. Продольные перемещения труб при неустановившихся режимах движения (трогании с места, торможении) ограничиваются канатами, закрепленными на торцах труб и поперечных балках. В трубовах применяются легкоъемные сменные подкладки, обеспечивающие быструю переналадку под трубы другого типоразмера, и гибкие прокладки, исключающие взаимное соприкосновение труб. Однако такое крепление не всегда может исключить смещения верхних ярусов труб при резком торможении. Это, в свою очередь, может стать причиной повреждения торцевой поверхности, форма которой изначально делается