

## **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ОЧИСТКИ ПОЛУВАГОНОВ, ТРАНСПОРТРУЮЩИХ УГЛИ И АНТРАЦИТЫ**

**Гудинов А. В.**, студент группы КПОМО-13 ГОУ ВПО «ДонНТУ».

**Букин С. Л.**, руководитель НИРС, доцент, к.т.н., ГОУ ВПО «ДонНТУ».

Вагоны после выгрузки должны передаваться железной дороге очищенными снаружи и внутри. Очистка вагонов от остатков насыпного или кускового груза, выполняемая вручную – одна из самых трудоёмких и дорогостоящих операций.

Обычно выгрузка кусковых материалов, к которым относится и уголь, не вызывает затруднений во времена года с положительной температурой. Однако в зимний период при низких температурах уголь смерзается в полувагонах, что значительно осложняет их выгрузку.

В последние годы проблемы борьбы с налипанием и особенно с намерзанием и смерзанием влажных материалов при транспортировке пород или сырьевых грузов существенно обострились в связи с ростом объёмов добычи разнообразного сырья - угля, руд, флюсов, стройматериалов и др. Вследствие этого при увеличении простоев железнодорожного транспорта увеличиваются и объёмы тяжёлого ручного труда на выгрузке и очистке вагонов от налипших и намерзших материалов.

Снижение производительности оборудования разгрузки полувагонов из-за налипания и намерзания пород особенно сильно проявляется в сложных климатических условиях. Вагоны РЖД при выгрузке и очистке зимой простаивают в несколько раз дольше установленных нормативов. Кроме того после выгрузки материала с помощью вагоноопрокидывателей в полувагонах остаётся от 3 до 13 % смёрзшегося материала [1]. По мнению специалистов убытки при этом на предприятиях РФ составляют сотни миллионов и даже миллиарды рублей [1].

В настоящее время применяются следующие способы очистки вагонов (рис. 1):

- механический – использование вибраторов и щёточных машин для очистки вагонов;
- гидравлический – применение гидравлических устройств для очистки вагона, в которых используется энергия струи воды, вытекающей под большим напором;
- пневматический – устройства, очищающие полувагон выдуванием остатков груза через открытые люки;
- газодинамический – применение отработавших нормативный ресурс реактивных авиадвигателей.

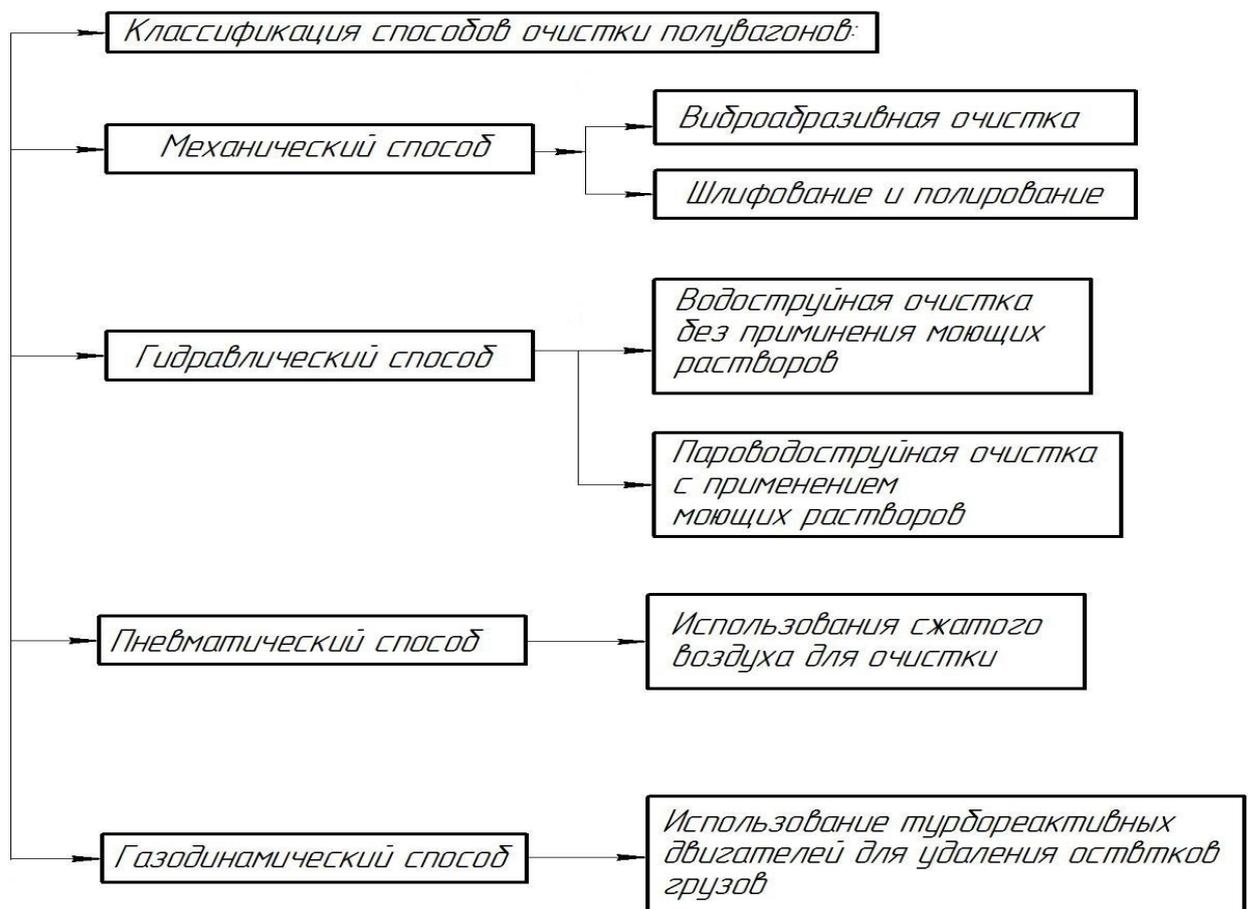


Рис. 1 – Классификация средств очистки полувагонов, перевозящих уголь и другие нерастворимые материалы

Все способы очистки вагонов должны обеспечивать их сохранность, а также не допускать загрязнения окружающей среды.

Рассмотрим эти способы очистки более подробно.

При механическом способе используют средства механического воздействия разнообразных вибраторов и щёточных машин.

В настоящее время широкое распространение получили накладные вибраторы (виброразгрузчики), которые представляют собой вибрационную машину с инерционными возбудителями колебаний.

Виброразгрузчики предназначены для облегчения условий выгрузки смёрзшихся материалов (песок, щебень, уголь и пр.) из железнодорожных полувагонов через нижние люки путём виброобрушения материала. Виброразгрузчики широко применяются на угольных складах, обогатительных фабриках и горнообогатительных комбинатах, шахтах, предприятиях стройиндустрии. Виброразгрузчик воздействует на смёрзшийся материал и включается после открытия люков. Для виброразгрузчиков применяются грузоподъёмные устройства, грузоподъёмность которых составляет 8-10 т.

К накладным зачистным вибромашинам (вибраторам) относится вибромашина «УралЦНИИ – 7771», предназначенная для зачистки бортов и днища кузова полувагона от остатков налипшего и примёрзшего к стенкам сыпучего груза, а так же для улучшения условий разгрузки сыпучего груза через люки полувагона (рис. 2).

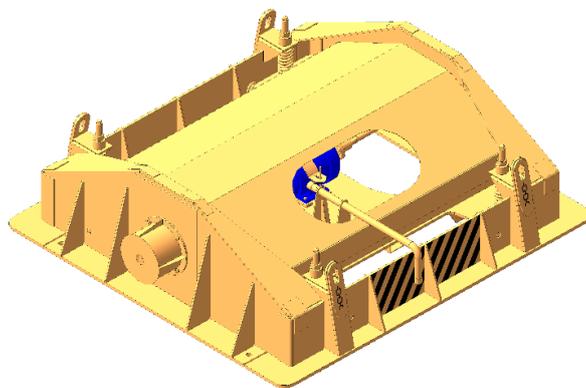


Рисунок 2 – Общий вид вибромашины «УралЦНИИ – 7771»

Схема вибромашины "УралЦНИИ - 7771" приведена на рис. 3.

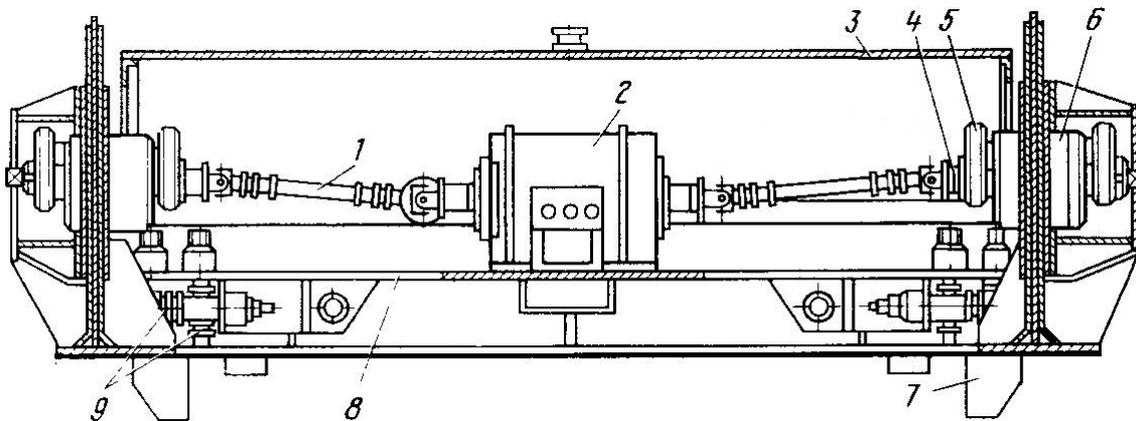


Рис. 3 – Конструктивная схема вибромашины «УралЦНИИ – 7771»:

- 1 - карданный вал; 2 – электродвигатель; 3 – кожух; 4 – втулка;  
 5 – дебалансы; 6 - корпус подшипника; 7 – направляющая; 8 – рама;  
 9 - пружины

Дебалансы 5 одновального вибровозбудителя разнесены и размещаются над опорными лыжами, что уменьшает нагрузки на корпус вибратора и повышает надёжность конструкции. Подшипники вибровозбудителя установлены в корпусе 6. Электродвигатель 2 привода установлен на раме 8, которая изолирована от корпуса вибратора цилиндрическими пружинами 9, что обеспечивает нормальные условия его работы. На валы дебалансов крутящий момент от электродвигателей передаётся карданными валами 1, соединёнными с дебалансами специальными втулками 4. Вращающиеся части оборудования вибромашины закрыты кожухом 3. Ориентированная установка накладной вибромашины грузоподъёмным краном на верхнюю обвязку кузова полувагона обеспечивается конструкцией специальных направляющих 7.

При использовании вибратора его устанавливают краном на верхний обвязочный пояс посередине полувагона. Затем машинист крана включает двигатель вибратора и в течение 3-5 мин полувагон очищается от остатков груза, который удаляется из полувагона по наклонным крышкам люков. После

этого вибратор переставляют на следующий вагон. Перед включением вибратора поднимающие его тросы должны быть ослаблены, чтобы не подвергать вибрации конструкцию крана. Нельзя допускать значений возмущающей силы более 88 кН (9 тс) на один полувагон, при частоте 24-25 Гц, а опорные части вибратора должны иметь длину не менее 3 м, чтобы усилия передавались одновременно на три стойки каждой боковой стенки полувагона. Только при выполнении этих условий возможно обеспечение сохранности полувагона, что в реальности часто не выполняется.

К механическим способам очистки вагонов относятся щёточные установки, напоминающие установки для мойки автомашин. Щёточная установка, например, ЩМ-110 производства концерна «Титан» (РФ), состоит из подвижного портала, щетки и механизма её подъёма (рис. 4).

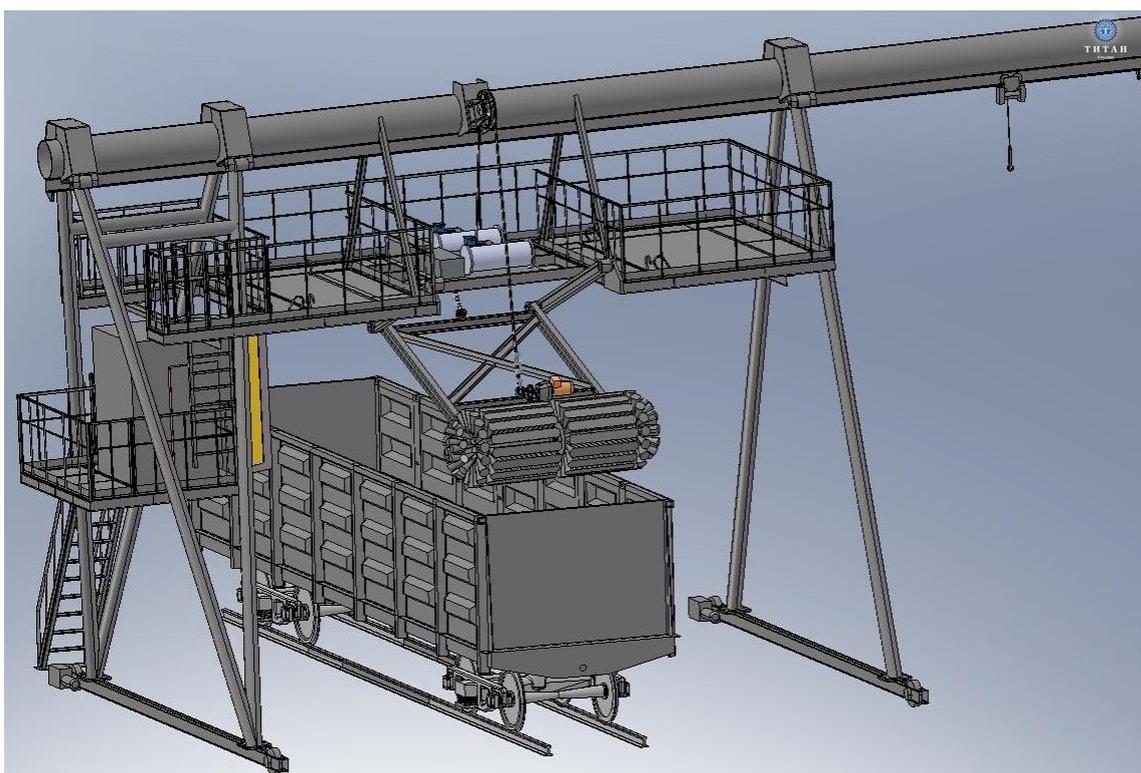


Рисунок 4 – Общий вид щёточной машины МЩ-10 очистки полувагонов

Установка работает следующим образом. Портал устанавливают над полувагоном. Включают механизм вращения щетки после чего щётки опускают вдоль борта в один из торцевых углов полувагона, у которого предварительно

открывают последнюю пару люков с противоположной стороны. Портал передвигается вдоль вагона и тянет за собой вращающуюся щетку, сгребая остатки материала, который высыпается через открытые люки. После окончания чистки полувагона поднимают очистительный механизм и отводят портал к следующему полувагону. При необходимости цикл повторяют. Таким образом, происходит очистка всей внутренней поверхности кузова полувагона.

Возможна комплектация двумя типами щетки: для остатков сыпучих материалов и для остатков смёрзшихся материалов. Кроме того возможна установка системы подавления пыли, а также системы гидравлической доочистки полувагонов.

Технические характеристики машины МЩ-10 приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Технические характеристики щёточной машины МЩ-10

Показатель	Величина
Частота вращения щётки, об/мин	150
Высота подъёма щётки, м	5,3
Время опускания (подъёма) щётки, с	30
Скорость передвижения установки, м/с	0,2
Установленная мощность, не более, кВт	90
Масса, не более, кг	35000
Габаритные размеры, мм:	
длина	17800
ширина	9400
высота	9500

Несмотря на высокую производительность, щёточные машины очистки полувагонов имеют такие существенные недостатки, как низкий срок службы щёток и «мёртвые» зоны внутреннего пространства полувагонов, очистка которых требует дополнительных средств и сил.

Гидродинамическая очистка вагонов выполняют водой под давлением 5 – 15 МПа с помощью брандспойтов или мониторных (гидромониторных)

универсальных и специализированных вагономоечных машин и комплексов. Пароводоструйную очистку поверхности выполняют парогидравлической струей температурой 90-100 °С под давлением 0,5-2,0 МПа с помощью специальных установок.

Современный комплекс обработки внутренних и наружных поверхностей полувагонов, транспортирующих водонерастворимые сыпучие грузы (уголь, песок, щебень и др.) выпускает группа компаний «Чистые технологии» (СТГ) г. Санкт-Петербург, РФ. Вагономоечный комплекс КО-ПВвн предназначен для очистки поверхностей по рециркуляционной технологии (рис. 5) [4].

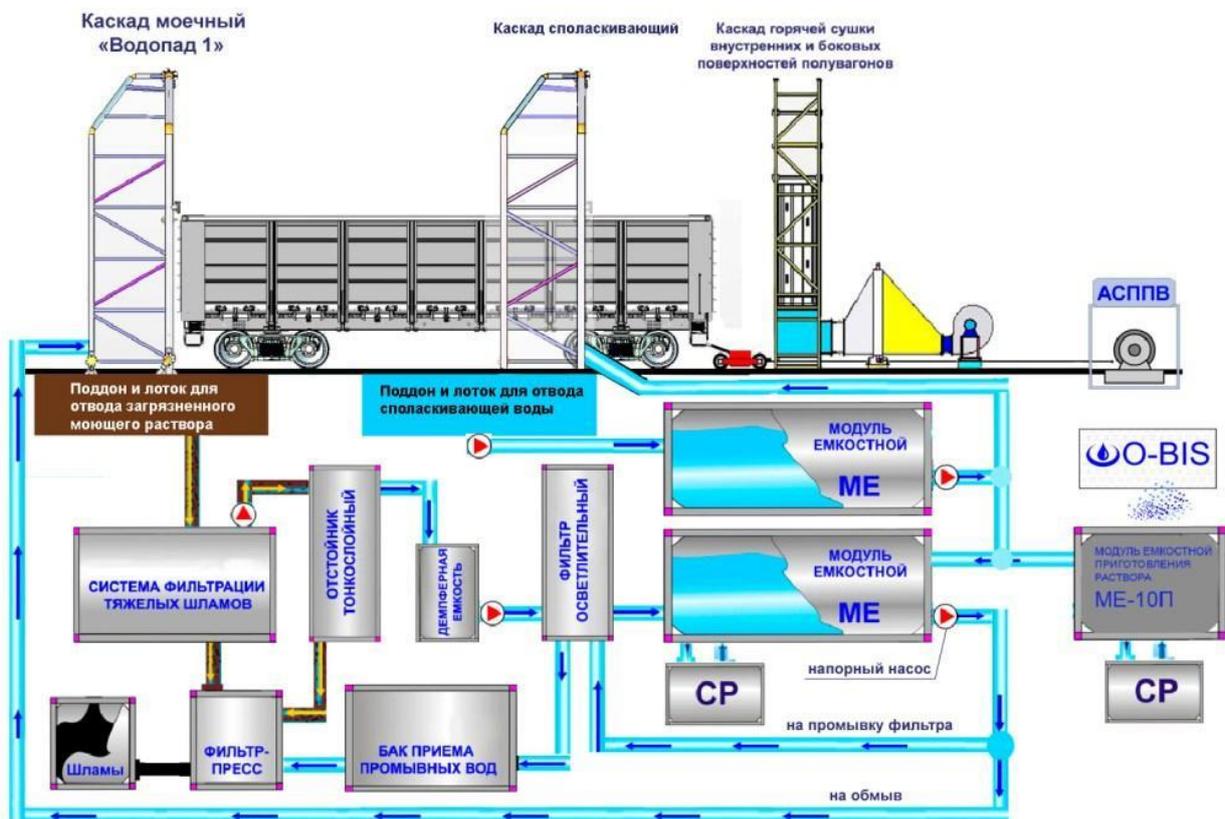


Рисунок 5 – Состав комплексов оборудования для очистки вагонов КО-ПВвн

В состав которого входят (рис. 5) [4]: моечный каскад «Водопад-1»; споласкивающий каскад; каскад горячей сушки поверхностей полувагонов; модуль для приготовления моечного раствора «О-БИСМ», оснащенный

системой разогрева; модуль, в котором фильтруются тяжелые шламы; тонкослойный отстойник; осветлительные фильтры; демпферная емкость, также имеющая систему разогрева; ёмкостные модули; системы обеззараживания; фильтр-пресс; автоматизированная система перемещения и позиционирования вагонов (АСППВ).

Модульное исполнение оборудование комплекса КО-ПВвн позволяет, в случае необходимости, оптимизировать его комплектацию в зависимости от требуемых операций и по производительности (как в сторону увеличения производственной мощности, так и в сторону ее уменьшения) и, как следствие, по стоимости.

Обработка полувагонов при использовании комплекса КО-ПВвн осуществляется на одном сквозном железнодорожном пути. Система позиционирования, управляемая автоматизированной системой перемещения и позиционирования вагонов (АСППВ), перемещает вагоны, которые последовательно проходят стадии мойки, споласкивания и сушки.

Обмыв полувагона осуществляется за счет применения технических моющих средств нового поколения «О-БИС» и гидродинамической обработки поверхности высокоэффективным моечным каскадом «Водопад-1». Моечный каскад «Водопад-1» оснащен вращающимися насадками, которые расположены таким образом, что обрабатывают как внутренние, так и наружные поверхности, а также ходовую часть полувагона струей моющего раствора под давлением порядка 20 бар. После операции обмыва моющим раствором производится споласкивание всех поверхностей оборотной водой. Система очистки моющего раствора позволяет использовать его в замкнутом цикле, чем достигается экономия ресурсов и значительно сокращается вредное воздействие на окружающую среду. Отработанный моющий раствор проходит ступенчатую систему очистки [4]:

- на первом этапе он собирается в поддоне и по лотку отводится в систему фильтрации тяжелых шламов, где происходит выделение тяжелых шламов;

- на втором этапе очистки – он подается в отстойник тонкослойный, где за счет отстаивания в тонком слое, происходит выделение взвесей, которые осаждаются и накапливаются в нижней конической части отстойника в виде шлама;

- на третьем этапе в осветлительном фильтре происходит окончательная очистка оборотного раствора от взвесей.

Технические характеристики комплекса КО-ПВвн приведены в табл. 2 [4].

Таблица 2 - Технические характеристики комплекса КО-ПВвн

Технические параметры	Величина
Производительность, ед./сут.	200
Минимальные габаритные размеры площадки под оборудование, м:	
- длина	36
- ширина	18
Установленная мощность оборудования, кВт	214
Расход воды на технологические нужды, м <sup>3</sup> /сут.	30
Расход теплоносителя, Гкал/сут.	4,3
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /сут.	1,98
Численность обслуживающего персонала, чел./см.	2

Достоинством вагонмоечных комплексов КО-ПВвн является рециркуляционная технология, подразумевающая мойку в замкнутом цикле, благодаря чему:

- сводятся к минимуму расход (унос) моющего средства «О-БИСМ» и потребление энергоресурсов;

- минимизируется негативное влияние, которое оказывается на окружающую среду при очистке полувагонов.

Следует отметить высокое качество очистки поверхностей, достигаемое при использовании КО-ПВвн, и сокращение времени, необходимого для выполнения работ.

При физико-химическом способе используются активные моющие растворы, которые применяются в струйных и мониторных моечных машинах в сочетании с методом гидродинамической очистки.

При весомых достоинствах средств гидродинамической очистки «узким» местом является сложности сбора и утилизации материала, который вымывается из вагонов. Однако этот метод очистки наиболее удачно может быть «вписан» в технологию обогатительной фабрики, перерабатывающей те же угли. Поэтому, задача адаптация технологии гидродинамической очистки, например, КО-ПВвн к технологии обогащения углей и антрацитов является актуальной и достаточно перспективной.

При борьбе с налипанием и намерзанием грузов и пород наиболее производительным и эффективным является газодинамический способ очистки полувагонов высокоскоростными струями горячих газов реактивных двигателей. Этот способ позволяет в 15-30 и более раз увеличить производительность процесса очистки по сравнению с механическими способами.

За счёт теплового и динамического воздействий реактивной струи газа от турбореактивного двигателя прилипшие, слежавшиеся и даже сильно примёрзшие остатки груза быстро удаляются со стенок полувагона, обеспечивая высокую производительность (до 200-250 полувагонов в час) при хорошем качестве очистки.

Разработаны и применяются стационарные и передвижные установки газодинамической очистки.

Впервые газодинамическая установки для очистки полувагонов была применена в 1964 году на станции Калзагай Западно-сибирской дороги [5]. Схема такой установки приведена на рис. 6. Реактивный двигатель 2 размещён в верхней части эстакады в помещении, имеющем специальное воздухозаборное устройство 1. Последнее расположено на высоте примерно 25 м над головкой рельсов и снабжено фильтром для предотвращения попадания пыли в компрессор двигателя. Двигатель установлен по оси пути с некоторым

наклоном реактивного сопла вниз. Соплу 3 придана специальная форма, и оно максимально приближено к вагону и грузу. Для пропуска локомотива нижняя часть сопла поднимается с помощью лебедки. От неподвижной части сопла отведены оканчивающиеся соплами трубы 4 и 5, подводящие газовые струи к ходовым тележкам и крышкам люков.

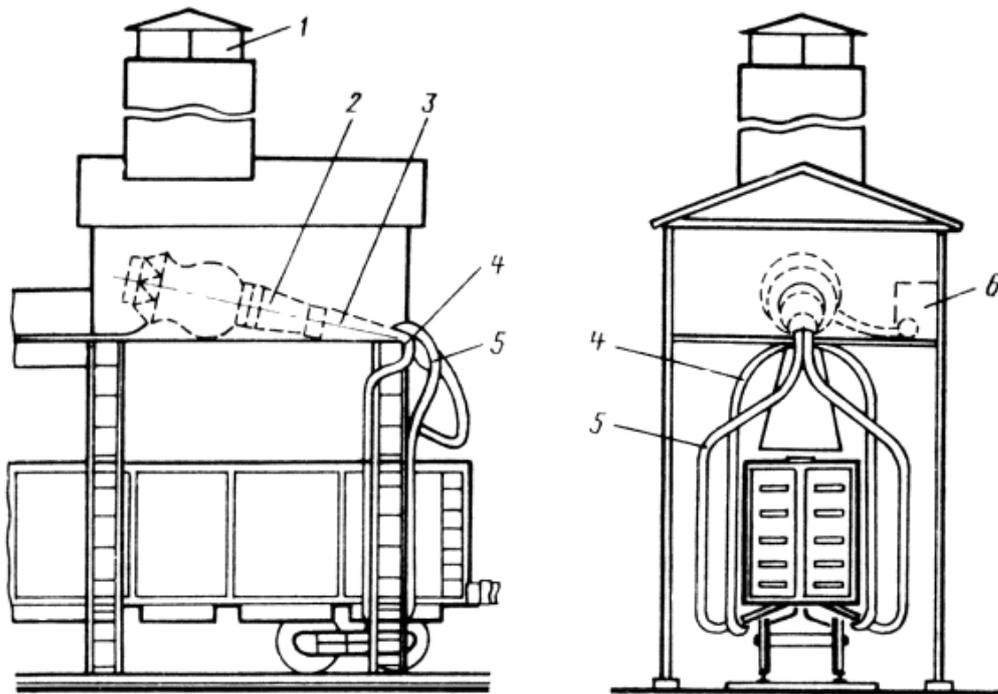


Рисунок 6 – Схема турбореактивной установки для очистки полувагонов:

- 1 – воздухозаборное устройство; 2 – турбореактивный двигатель;  
 3 – направляющее сопло; 4 – отводящие трубы для очистки ходовых тележек и выступающих частей рамы; 5 – отводящие трубы для очистки крышек люков;  
 6 – топливный бак

После основного процесса удаления груза полувагоны с открытыми крышками люков передвигаются маневровым локомотивом под турбореактивной установкой. Вначале под струи газов, вытекающих из сопел труб 6, попадают остатки грузов на открытых крышках люков, затем очистку полувагона производит главная центральная струя, вытекающая из основного

сопла; заключительным этапом является обдувка и очистка ходовых тележек и выступающих частей рамы вагона.

Так как газовые струи имеют скорость несколько сотен метров в секунду и температуру 500-550 °С, а расход газа может быть достаточно большим — 15-20 кг/с, то очистка полувагонов производится очень быстро (30-40 с/полувагон).

Реактивные установки типа РУ-01 (РУ-01П) для очистки вагонов отлично зарекомендовали себя на БАМе. Еще в 1982 году эти установки были смонтированы на станции Беркакит (г. Нерюнгри, Якутия) для очистки вагонов РЖД, подаваемых под погрузку обогащённого угольного концентрата комбината «Якутуголь». Угольный концентрат шёл на экспорт, в основном в Японию, и требовалась высокая чистота полувагонов, транспортирующих его в порт Восточный. Ранее для очистки вагонов ежегодно привлекались сотни рабочих, выполнявших ручную очистку вагонов в сложных условиях Севера, особенно зимой, иногда при температуре -50-55 °С при большом (до 3-5 м<sup>3</sup>/вагон) остатке намерзших грузов в вагонах, накапливаемых на ст. Беркакит из всей Восточной Сибири. Простои вагонов под очисткой ручным способом составляли до 10-15 ч, что влекло существенные потери средств.

Пуск в работу реактивной установки на БАМе позволил:

- полностью механизировать очистку полувагонов даже без открытия люков - всего за 0,5 - 1 мин, в зависимости от условий при 100 %-ном качестве очистки;
- многократно сократить простои вагонов при подготовке под погрузку;
- расходовать для очистки одного вагона всего 35-50 кг топлива;
- обеспечить бесперебойную поставку вагонов под погрузку.

Разработанные реактивные установки нашли широкое применение в металлургии, в ОАО РЖД, в угольной промышленности, десятки установок работают на предприятиях РФ уже более 40 лет. Например, реактивные установки РУ-01 с двигателями РД-3М-500 работают на Костомукшском ГОКе, на Соколовско-Сарбайском ГПО (г. Рудный, Казахстан), на разрезах

«Экибастууголь». Реактивные установки для очистки думпкаров на Лебединском и Стойленском ГОКах, Лучегорском угольном разрезе, Оскольском цементном заводе и на других предприятиях, в течение длительного времени демонстрировали высокие технико-экономические результаты, даже при устаревших конструкциях. Накоплен опыт применения реактивных установок в различных горно-геологических и климатических условиях - на КМА, Севере, Дальнем Востоке, в Сибири, Украине и Казахстане, МГОКе, ЛГОКе, ОГОКе, КГОКе, ССГПО, ЛУТЭКе - в Экибастузе, Павлодаре, Мариуполе, Кривом Роге и других предприятиях (рис. 7).

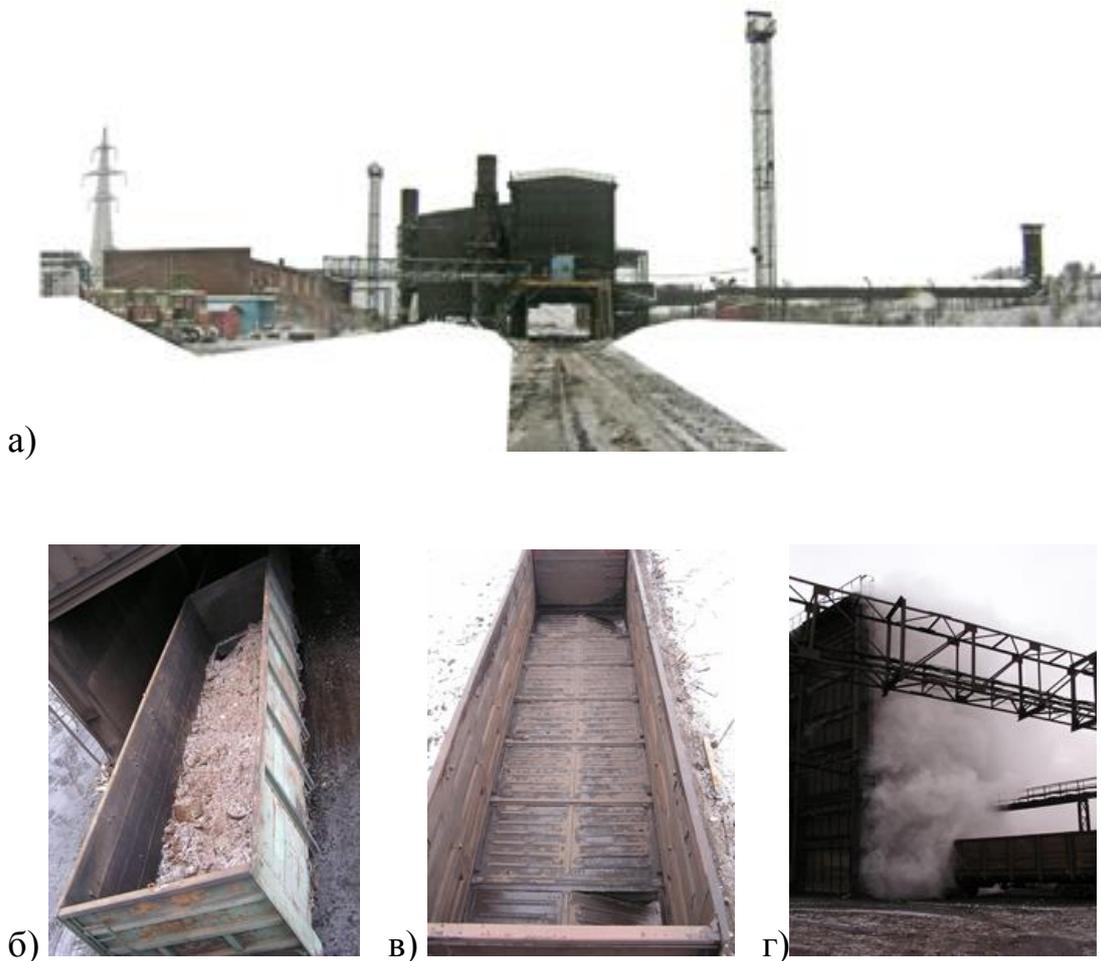


Рисунок 7 - Наземная газоструйная установка для очистки железнодорожных вагонов "Аист-16Ч" (ОАО "Северсталь", г. Череповец):

а – общий вид; б - ж/д вагон до обработки; в - ж/д вагон после обработки;

г - процесс очистки вагона

Преимущества газодинамической очистки полувагонов:

- самая высокая производительность из всех известных способов очистки вагонов;

- применяется при очистке вагонов, как с нижними люками, так и глухонных, поскольку остатки грузов вылетают через борт вагонов.

Недостатки [5]:

- высокий уровень шума;

- большое пылеобразование, что требует размещения установки в закрытом помещении и мощной системы пылеулавливания;

- большие затраты на использование других средств уборки помещения от остатков груза.

До настоящего времени ограничениями широкого распространения гидродинамических установок очистки полувагонов являются нерешённые вопросы:

- высокое аэродинамическое сопротивление всасывающих воздухопроводов большой длины, применение которых во много раз снижает коэффициент сжатия воздуха в компрессорах двигателей, а также сложных (нерасчётных) схем напорных газопроводов установки;

- потери энергии тепла в газопроводах установок за счет повышенной теплоотдачи через стенки при высоких скоростях газа и полном отсутствии термоизоляции газопроводов;

- нерасчётные сечения выходных сопел или их отсутствие на установках;

- большие расстояния от выходных сопел до очищаемых поверхностей;

- применение несоответствующих процессу реактивных двигателей, часто и необоснованно имеющих малый расход газа, что приводит к низким параметрам (температура и скорость) газа при контакте с очищаемыми поверхностями;

- применение устаревших и неэффективных технологий разогрева и очистки налипших и особенно намерзших грузов с транспортных поверхностей и горного оборудования при прямом воздействии скоростных горячих газов на

породу, в смерзшемся состоянии обладающую низкими коэффициентами теплопроводности и высокой теплоемкостью.

Таким образом, применяемые механические, гидравлические и пневматические способы очистки вагонов не обеспечивают качественную и быструю очистку вагонов. Этот вопрос остаётся по-прежнему актуальным, особенно в регионах с очень холодными зимами. Наиболее перспективным способом очистки полувагонов является газодинамический способ, но и он требует решение целого ряда вопросов, таких как снижение расхода топлива, уровня шума и объёмов пыли при работе реактивных установок.

#### **Список источников:**

1. Материалы сайта: [http://studopedia.ru/2\\_10363\\_naznachenie-ochistki-vagonov-i-ih-uzlov.html](http://studopedia.ru/2_10363_naznachenie-ochistki-vagonov-i-ih-uzlov.html)
2. Материалы сайта: <http://naukarus.com/reaktivnye-ustanovki-dlya-ochistki-transportnyh-sredstv-i-razmorazhivaniya-smerzshih-sya-gruzov-na-gornyh-metallurgicheski>
3. Материалы сайта: [http://studopedia.su/9\\_68361\\_tehnologiya-ochistki-vagonov-ot-ostatkov-nasipnih-gruzov-na-zheleznodorozhnom-transporte.html](http://studopedia.su/9_68361_tehnologiya-ochistki-vagonov-ot-ostatkov-nasipnih-gruzov-na-zheleznodorozhnom-transporte.html)
4. Комплексы оборудования КО-ПВвн для очистки полувагонов из-под водонерастворимых продуктов / <http://ctg.su/produkcija/oborudovanie/kompleksy-dlya-ochistki-otmyvki-obezjirivaniya/kompleksy-dlya-vnutrenney-i-narujnoy-ochistki-poluvagonov>
5. Материалы сайта: <http://naukarus.com/reaktivnye-ustanovki-dlya-ochistki-transportnyh-sredstv-i-razmorazhivaniya-smerzshih-sya-gruzov-na-gornyh-metallurgicheski>