

## **О ПРИМЕНЕНИИ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЫПУЧЕСТИ СМЕРЗШИХСЯ УГЛЕЙ ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ**

Коротко розглянуто основні способи відтворення сипучості при розвантаженні вантажу що змерзся.

## **ABOUT APPLICATION OF WAYS OF RESTORATION STREWING FRIZZED COALS AT THEIR TRANSPORTATION**

There're briefly considered basic ways of restoration of strewing at unloading frizzed cargo.

В настоящее время все известные способы восстановления сыпучести смерзшихся грузов, транспортируемых в железнодорожных полувагонах условно подразделяются на две группы. Это профилактические меры, выполняемые предварительно, против смерзаемости сыпучих грузов, а также способы восстановления сыпучести уже смерзшихся в железнодорожных полувагонах грузов. К профилактическим мерам обычно относят: обезвоживание, послойное деление груза несмерзающимися материалами, добавка веществ, поглощающих влагу грузов или образующие в ней плохо смерзающие растворы, обмасливание грузов, специальная обработка внутренних поверхностей вагона, предварительное перемораживание груза перед погрузкой и ряд других [1, 2]. Рассмотрим кратко некоторые из этих мероприятий.

Обезвоживание. Наиболее радикальной профилактической мерой является обезвоживание материала до «безопасной» влажности, благодаря чему не только устраняется опасность смерзания, но и повышается полезное использование грузоподъемности вагонов.

Влажность сыпучего материала понижают тремя основными способами: предохранением материала от увлажнения в процессе добычи; отстаиванием перед погрузкой в бункерах или на дренированных площадках и удалением влаги путем центрифугирования, термической сушкой.

Послойное деление груза несмерзающимися материалами. Применение этого метода предотвращает примерзание груза к днищу полувагона, уменьшает глубину промерзания и образует в толще груза слои несмерзающегося или плохо смерзающегося материала, что уменьшает трудности при разгрузке. Однако применение этого способа резко увеличивает трудоемкость и стоимость погрузки, засоряет перевозимый груз и требует заготовки больших запасов таких материалов.

Добавка веществ, поглощающих влагу груза или образующих с ней плохо замерзающие растворы. Из таких веществ чаще других применяют негашеную известь, различные соли - хлористый кальций, хлористый магний, поваренную соль, карналит, этилсиликанат натрия, подсушенные уголь, руду, торф.

Обмасливание - обработка груза веществами, затрудняющими его смерзание. Для этой цели используют мазут, керосин, различные масла и их смеси, консистентные смазки, жировые эмульсии, глицерин и др. В некоторых случаях

для обмасливания применяли нефть.

Специальная обработка внутренней поверхности вагонов или оборудование их различными устройствами. В частных случаях, при перевозках постоянными составами на короткие расстояния и умеренных морозах, обработка указанными выше веществами днищ и стенок полувагонов, вагонеток и думпкаров дает положительные результаты. Так, на ряде карьеров России применялась обработка солью днищ и стенок вагонов, перевозящих вскрышные породы. Примерзания к стенкам вагона при этом не наблюдалось даже при больших морозах.

Иногда стенки вагонов обрабатывают раствором хлористого кальция, наносимым в количестве около 1 л на 1 м<sup>2</sup> поверхности и покрываемым сверху (во избежание скалывания) смесью битума и масла. Использование этого состава при перевозке песка влажностью 10-15% на 2 км при температуре минус 12-15 °С сократило время разгрузки транспортных средств с 14,5 до 1 мин. Эффективность действия одной обмазки сохранялась в течение 50 и более рейсов.

Предварительное перемораживание груза перед погрузкой. При многократном пересыпании (перелопачивании) груза перед погрузкой в условиях низких температур воздуха влага, окружающая отдельные частицы, превращается в лед, благодаря чему в дальнейшем при устойчивых морозах эти частицы смерзаются между собой менее прочно, чем у непромороженного груза.

Однако в большинстве случаев многократное перелопачивание хотя и понижает прочность смерзания (в особенности слабовлажного материала), но недостаточно; в то же время оно резко уменьшает производительность погрузочных механизмов и увеличивает стоимость погрузки.

К мерам восстановления сыпучести смерзшихся материалов, транспортируемых в железнодорожных полувагонах можно отнести такие, как: разрыхление вручную при помощи кирок, ломов и разогреваемых или холодных клиньев; рыхление груза с помощью отбойных молотков; разогрев смерзшегося груза в специальных тепляках (гаражах); разогрев смерзшегося груза инфракрасными излучениями; использование токов промышленной и высокой частоты; разогрев груза открытым пламенем костров, факелов и передвижных или стационарных форсунок; размораживание паровыми пиками; размораживание теплой или горячей водой; оттаивание при помощи растворов хлористого кальция или других солей; разрыхление смерзшегося груза взрыванием; восстановление сыпучести смерзшегося груза буровфрезерными установками; разрыхление смерзшегося груза падающими железобетонными или металлическими клин-бабами, порожными или заполненными грейферами, оббивание стенок полувагона маятниковыми бабами и пр.; использование виброразгрузочных установок (накладные или прижимные вагонные вибраторы или накладные разгружающие виброустройства), а также различные установки экскаваторного типа для выгрузки из открытых полувагонов смерзшихся материалов. Кроме того, в последнее время достаточно перспективными технологиями восстановления сыпучести смерзшихся материалов являются различные рыхлительные установки, основанные на использовании рыхлящих штырей (клиньев), нагружаемых вибрационными, виброударными или ударными воздействиями. В зависимости от

параметров технологической схемы разгрузки, применяемой на каждом конкретном предприятии, используются те или иные мероприятия по восстановлению сыпучести смерзшегося груза. При высоких объемах разгрузки смерзшихся материалов, как правило, применяется комбинированный комплекс мер по восстановлению сыпучести материала.

Рыхление вручную при помощи кирок, ломов, холодных и разогреваемых клиньев. Этот способ, несмотря на его несовершенство, до сих пор применяют на ряде предприятий. Несколько облегчает работу разогрев клиньев, однако их применение не ликвидирует трудностей с разгрузкой смерзшихся грузов.

Рыхление при помощи пневматических и электрических отбойных молотков. По сравнению с работой вручную применение этих инструментов несколько снижает трудоемкость разгрузки и простой вагонов.

Основные недостатки способа, как и предыдущего, - высокая трудоемкость рыхления, применение тяжелого физического труда, частые случаи повреждения вагонов.

Разогрев смерзшегося груза в специальных тепляках (гаражах) или других сооружениях. Этот способ имеет широкое распространение как на территории СНГ, так и за рубежом. Обычно используют одноэтажные, капитальные, хорошо теплоизолированные тепляки на два пути емкостью до 20-32 полувагонов со своей котельной, мощными теплообменниками и вентиляционными устройствами, обеспечивающими принудительную подачу теплоносителя по всему фронту разогреваемых вагонов.

Однако тепляки имеют серьезные недостатки, ограничивающие область их применения: это значительные затраты тепла на оттаивание смерзшихся грузов, продолжительность процесса (из-за малой их теплопроводности) и очень низкий к. п. д. устройства. Так, например, по данным Н. М. Михайлова [2], при температуре среды плюс 120°C разогрев угля от минус 15 до 0°C без таяния льда в слое толщиной 5 см происходит за 1 ч, толщиной 10 см - за 3 ч, толщиной 20 см - за 12 ч, толщиной 30 см - за 32 ч и толщиной 50 см - за 75 ч. При таянии же льда соответственно слой толщиной 5 см разогревается за 3 ч, толщиной 10 см - за 12 ч, толщиной 20 см - за 50 ч.

Средняя пропускная способность тепляков, работающих в холодных районах страны, составляет порядка 50-60 полувагонов, а в периоды больших морозов она может снижаться до 30-40 полувагонов. Одним из основных недостатков тепляков являются также большая энергоемкость разогрева и весьма низкий к. п. д. Так, по данным [1, 2] общие затраты тепла на разогрев в тепляке груженого 60-тонного полувагона с учетом потерь на разогрев самого полувагона и ограждающих поверхностей тепляка составляют от 3 до 4 млн. ккал, в том числе на разогрев самой горнорудной массы от минус 15 до 0°C расходуется только 380-400 тыс. ккал.

Разогрев смерзшихся грузов с помощью инфракрасных излучателей. В последние годы в ряде стран, например Германии, США и др. развивается направление размораживания смерзшихся грузов с помощью инфракрасных газовых или электрических источников.

Применение этих методов по сравнению с тепляками может сократить простой транспорта, автоматизировать процесс, однако надежность способа и энергозатраты весьма существенны, а капитальные затраты на его освоение значительны. Хотя необходимо считать это направление перспективным, особенно в комплексе с другими мерами.

Оттаивание при помощи раствора хлористого кальция. На некоторых предприятиях, особенно стройиндустрии размораживание смерзшегося груза осуществляли путем заливки 29%-ного раствора хлористого кальция. Так, например, на Московском заводе ЖБИ № 9 при разгрузке сильно смерзшегося гравия на полувагон расходовалось около 1,5-3 т раствора. Вагон после заливки в него хлористого кальция выдерживали около 3-5 ч, а затем приступали к разгрузке, занимавшей при участии 5 рабочих 50-60 мин [1, 2].

Рыхление смерзшегося груза взрыванием. При этом способе в каждом вагоне пробуривают от 14 до 20 шпуров и взрывают небольшие заряды при открытых люках полувагонов. Этот способ не обеспечивает безопасности работ и вызывает серьезные явные повреждения полувагонов.

Рыхление смерзшегося груза падающими щитами, железобетонными или металлическими клин-бабами, порожними или заполненными грейферами, оббивание стенок полувагонов маятниковыми бабами и т. п. Эти способы весьма редко применяются на некоторых предприятиях, несмотря на их малую эффективность и многочисленные случаи явных и скрытых повреждений полувагонов.

Восстановление сыпучести при помощи бурофрезерной рыхлительной установки. Это общеизвестные сейчас бурофрезерные установки, выпускаемые на Украине. Используемые с ними методы более прогрессивны, однако на разрушение части смерзшегося груза в целом вагоне может уходить более получаса времени, что при необходимости больших транспортных потоков не обеспечит необходимую производительность. Однако, по нашему мнению, эти установки могут быть весьма эффективны при работе в комплексе восстановления сыпучести смерзшегося груза.

Анализ применимости существующих способов восстановления сыпучести смерзшихся грузов был ранее рассмотрен в работе [1], сведения из него по оценке влияния различных способов восстановления сыпучести смерзшихся грузов на степень сохранности транспортных средств и эффективность разрыхления груза приведем ниже в таблице 1.

Для детального рассмотрения процессов транспортирования навалочных углей в железнодорожных полувагонах необходимы некоторые характеристики груза, которые приведем ниже в таблице 2 [3].

Таблица 1

№ по п/п	Метод восстановления сыпучести транспортируемого груза	Влияние применяемого метода на сохранность подвижного состава
1.	Применение в качестве средств профилактики поваренной соли и хлористого кальция	Усиливает коррозионное поражение металлических элементов. Так, по сведениям [11] при транспортировании угля в ж.д. полувагонах с применением хлористого кальция потери металла, вызванные коррозией повысились в 1,7-1,9 раза.
2.	Обогрев открытым пламенем	Происходят местные перегревы даже цельнометаллических вагонов и вследствие этого выход из строя отдельных его узлов. Кроме того, имеют место возникновения пожаров.
3.	Обогрев груза в тепляках или калориферами	При использовании тепляков следует учитывать, что, как правило, температура применяемая для обогрева выше допустимой по условиям сохранности тормозных и буксовых устройств полувагона.
4.	Оттаивание смерзшегося груза с использованием пара, горячей или теплой воды	Применение нежелательно, поскольку усиливает коррозию вагона.
5.	Рыхление падающими грузами или маятниковыми клин-бабами	Их применение вызывает явные или скрытые повреждения вагона, особенно при отсутствии направляющих.
6.	Взрывное рыхление смерзшегося груза.	Взрывное рыхление смерзшегося груза оказывает разрушающее действие на вагон, а также небезопасно в применении.
7.	Применение токов промышленной и высокой частоты.	Имеет место возможность повреждения металлоконструкций вагона и работающих людей.
8.	Механические буры и буро-фрезерные установки	Особых повреждений состава и работающих людей не отмечалось. Такие машины сложны в эксплуатации, энергоемки и, вследствие сложности кинематических схем, обладают невысокой надежностью. Однако их использование может быть эффективно при необходимости повторного доразрыхления агрегатов.
9.	Различные вибрационные и виброударные установки и устройства.	Достаточно широкий опыт применения показал хорошую эффективность, при выдерживании оптимальных виброрежимов воздействия влияние на поврежденность состава незначительна.

Таблица 2

Наименование свойств, характеристик	Величина показателя		
	Бурый уголь	Каменный уголь	Антрацит
Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	от 0,65 до 1,00	от 0,60 до 1,10	от 0,80 до 1,25
Угол естественного откоса, град.:			
- в покое	от 40 до 50	от 3 до 45	от 35 до 45
- в движении	от 35 до 45	30	25
Кэф. внешнего трения по материалам (движение/покой):			
- сталь	0,58/1,0	0,32 /(0,7-0,84)	0,29/0,84
- дерево	0,7/1,0	0,47-0,84	0,47-0,84
- резина	–	0,4/0,7	0,29/-
- бетон	0,7/1,0	0,8/0,9	0,51/0,9
- керамическая плитка	–	–	0,43/0,6
- кирпич	–	–	0,48/0,7
Кэф. внутреннего трения	–	0,84	0,70
Безопасная в отношении смерзаемости влажность, %	до 20	до 7	до 7
Липкость	фракция 0-10мм склонна к налипанию	фракция 0-10мм склонна к налипанию	фракция 0-10мм склонна к налипанию

Таким образом, в последнее время при разгрузке смерзшихся сыпучих грузов из железнодорожных полувагонов через опрокид наиболее широкое распространение получили вибрационные, виброрыхлительные и бурофрезерные уставновки, а также традиционный метод в виде оттаивания смерзшихся грузов в «тепляках». Однако оттаивание груза в «тепляках» сопряжены со значительными энергозатратами, лежащими значительным бременем на себестоимость разгрузочного процесса. Достаточно перспективными считаются комбинации вибрационных и химических методов разупрочнения смерзшихся грузов. Однако, ряд Заказчиков устанавливают определенные ограничения на возможность дополнительного внесения химдобавок в перегружаемые грузы. Поэтому, наиболее перспективными для разупрочнения смерзшихся агрегированных грузов считаются штыревые виброрыхлители, передающие статическое и динамическое воздействие непосредственно на массив разрыхляемого груза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеев С.П., Сахненко А.Л., Обухов С.А. Об эффективности разрыхления агрегированного сыпучего груза из полувагонов в зимнее время// Сб. научн. трудов НГУ №17.- Т.2.- Днепропетровск: РИК НГУ, 2003.- С.176-182.
2. Владимиров А.П., Брайнина Е.Ю. Выгрузка и подогрев нерудных строительных материалов в зимних условиях.- М.: Госстройиздат, 1967.-155с.
3. Чикановский В.А. Навалочные и насыпные грузы, перегружаемые в портах.- Одесса: ИПО ВТ Украины, 1997. – 57с.