

# К вопросу об эффективной технологии разгрузки смерзшегося угля

К. К. КИМ, докт. техн. наук, профессор,

М. А. ШПИЛЕВ, аспирант, Петербургский государственный университет путей сообщения



**Способы разгрузки смерзшегося угля, которые применяются сейчас, являются малоэффективными и часто становятся причиной существенного снижения производительности портов, простоя составов, повреждения вагонов. В ПГУПС разработан электрогидроимпульсный разгрузочный комплекс, позволяющий значительно оптимизировать процесс разгрузки.**

С наступлением первых заморозков в российских портах обостряется ставшая уже традиционной проблема выгрузки смерзшихся грузов, прежде всего угля. Зимой перерабатывающая способность многих портов снижается более чем в 2 раза.

Например, Владивостокский морской торговый порт, перерабатывающая способность которого в теплое время года 95 вагонов в сутки, в ноябре 2011 г. выгружал только по 40 вагонов с углем. Как следствие, снизилась пропускная способность подъездных железнодорожных путей, и уже к началу декабря на Дальневосточной железной дороге (ДВЖД) простаивали в очереди на выгрузку более 6 тыс. вагонов.

Отсутствие качественных способов разрыхления угля приводит также к

массовой повреждаемости полувагонов.

Существует несколько способов восстановления сыпучести угля. Наиболее распространены механическое рыхление — например, с помощью вибро-разгрузчиков или грейферных машин — и размораживание в «тепляках» (конвективных, с инфракрасными или СВЧ-излучателями, с комбинированным способом размораживания).

Грейферная разгрузка полувагонов по-прежнему является основным способом, применяемым в морских портах. При нем повреждается большая часть вагонного парка — вагоны выбиваются и отправляются на внеплановый ремонт, а компании терпят убытки. При ремонте же устраняются видимые повреждения, а целостность кузова не восстанавливается, в итоге снижается

срок службы вагона, а также, из-за простоя в ожидании ремонта и подготовки под погрузку, его оборот.

Проблема обострилась в последнее десятилетие, когда количество повреждаемых вагонов сравнялось, а затем и превысило количество введенных в эксплуатацию новых. По данным департамента вагонного хозяйства ОАО «РЖД» можно проследить динамику числа поврежденных вагонов: в 2003 г. таковых было 12,2 тыс., в 2004 г. — 12,6 тыс., в 2005 г. — 17,2 тыс., в 2006 г. — 34,2 тыс., в 2007 г. — 43,6 тыс. Экономический кризис остановил рост объемов перевозок, однако в 2009 г. повреждения получили 42 тыс. вагонов.

По итогам 2010 г. на ДВЖД выявлено более 27 тыс. поврежденных вагонов, а только в I квартале 2011 г. были обнаружены повреждения около 8500 вагонов, задействованных в транспортировке угля. За 2010 г. в Мурманском морском торговом порту (ММТП) выведено из строя около 8 тыс. вагонов, в том числе более 1500 новых, 2008–2010 гг. постройки. В 2011 г. в ММТП количество поврежденных вагонов достигло 12,1 тыс. Следует отметить, что в некоторых портах РФ отмечается снижение повреждаемости: так, в порту Высоцкий в 2010 г. было повреждено 1845 вагонов, а в 2011 г. — 1582. Впрочем, пример порта Высоцкий — единичный, зачастую снижение повреждаемости вагонов связано с уменьшением объемов транспортировки угля. Большинство крупных портов, снижая в период экономического кризиса эксплуатационные расходы, перешли только на грейферную выгрузку, и повреждаемость выросла приблизительно на 50 % по сравнению с данными за 2009 г. В 2010 г. количество вагонов, поврежденных в портах России, превысило количество закупленных в том же году.

Отметим также, что в 2009 г. новые полувагоны подорожали на 81 %, лизинговые платежи возросли в среднем на 44 %. В итоге стоимость одного нового полувагона сейчас составляет 2,2–2,6 млн руб., а капитальный ремонт одного вагона обходится более чем в 0,5 млн руб.

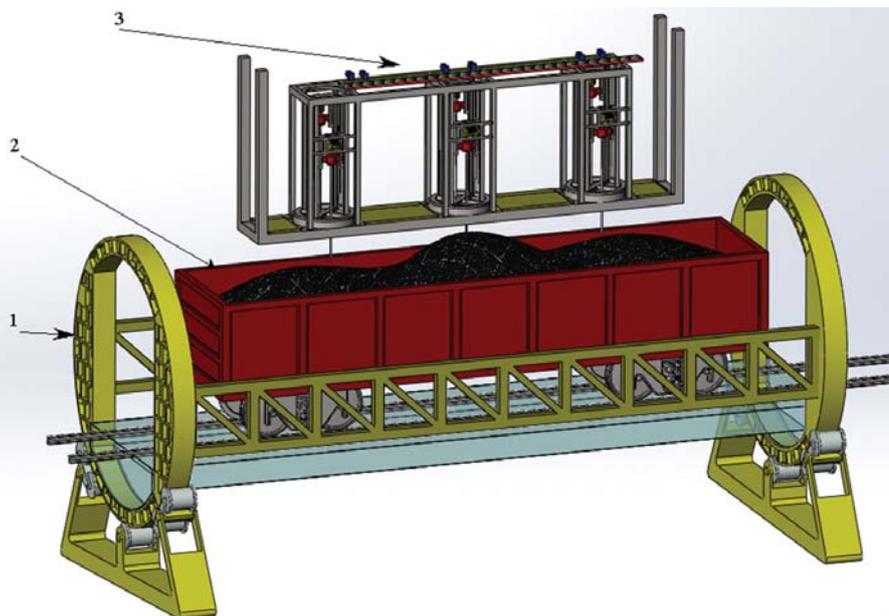


Рис. Электрогидроимпульсный разгрузочный комплекс

Мерой, направленной на решение проблемы, является вступивший в действие в мае 2011 г. новый стандарт сохранности вагонов при разгрузочно-погрузочных работах (ГОСТ 22235-2010). Он допускает грейферную выгрузку только с разрешения железнодорожных администраций и собственника подвижного состава.

Рыхление с помощью бурорыхлителей и виброрыхлителей возможно либо при наличии эффективной профилактики смерзания, либо на специализированных разгрузочных комплексах с учетом климатических зон, где находятся пункты отправления и назначения грузов. При сильном смерзании груза в этих устройствах энергия в основном расходуется на преодоление трения боковых поверхностей рыхлящих штырей в смерзшемся грузе и глубина проникновения штырей не превышает 200–300 мм. Поэтому такие установки используются только в регионах с невысокими отрицательными температурами.

При размораживании вагоны повреждаются значительно меньше. Его преимущество было отмечено ОАО «ПГК» в порту Восточный (Владивосток). Здесь на одном комплексе применяется грейферная технология выгрузки, и за 2010 г. уровень повреждаемости вагонов ПГК достиг 6,7% (пострадали 2702 вагона), а на другом комплексе используют технологию «размораживающее устройство — вагонопрокидыватель», и повреждаемость составила 0,5%.

Тем не менее и эта технология имеет существенные недостатки: высокие энергетические затраты и эксплуатационные расходы на содержание помещений разморозки. Кроме того, современные «тепляки» не могут справиться

с сильно смерзшимися грузами, и уголь размораживается только на глубину в 10–15 см от поверхности кузова. При выгрузке смерзшийся монолит угля падает на технологическое оборудование, повреждая его. Использование ручного труда для окончательного разрыхления упавшего монолита приводит к травматическим случаям.

На кафедре «Теоретические основы электротехники» ПГУПС разработан электрогидроимпульсный разгрузочный комплекс (рис.), не имеющий аналогов в мировой практике и позволяющий существенно повысить эффективность разгрузки угля.

В комплексе используется электрогидроимпульсный эффект, возникающий при иницировании с помощью емкостного накопителя электрического разряда в жидкости, который сопровождается возникновением ударных волн, способных выполнять механическую работу, например рыхлить смерзшийся уголь. Электрическая энергия в течение 1–100 мкс выделяется в канале разряда. Давление в канале разряда может достигать  $10^3$  МПа. Величина рыхлящей силы дозируется изменением напряжения накопителя, и подбором величины напряжения можно добиться того, чтобы при разрыхлении угольного массива механические напряжения в стенках полувагона не превысили допустимых значений.

Конструкция комплекса состоит из:

- вагонопрокидывателя 1, предназначенного для удаления разрыхленного угля из полувагона 2;
- бурильной установки 3 предназначенной для формирования технологических отверстий в угле (шпуров);
- гидроизоляционного узла, обеспечивающего барьерную защиту утечки воды из шпуров;

- разрядной установки, осуществляющей преобразование электрической энергии в энергию ударной волны.

Технологический процесс весьма прост. Сначала в угольном массиве полувагона, закрепленном в вагонопрокидывателе, с помощью бурильной установки проделываются вертикальные шпуры, стенки которых затем гидроизолируются от угольного массива. Далее шпуры заполняются незамерзающей жидкостью и в них опускаются электродные блоки разрядной установки. Потом производится разряд емкостного накопителя на электродные блоки, и возникшие механические давления разрыхляют угольный массив.

Расчетная стоимость данного комплекса (без стоимости вагонопрокидывателя) при постановке его в серийное производство будет составлять 10 млн руб. Период рыхления — 10 мин, суточная норма разгрузки — 120 полувагонов.

Для доказательства экономической эффективности и финансовой состоятельности использования электрогидроимпульсного разгрузочного комплекса было проведено перспективное сравнение последнего с виброрыхлительным комплексом. Сравнительные результаты экономических расчетов приведены в табл.

Прогноз основных финансовых показателей дает основание характеризовать проект как экономически привлекательный (стабильный рост прибыльности), платежеспособный (высокие, превышающие средние нормы показатели ликвидности), финансово устойчивый (высокий коэффициент платежеспособности и коэффициент автономии) и эффективный (стабильно растущие показатели рентабельности активов).

**Таблица. Показатели финансовой состоятельности электрогидроимпульсного разгрузочного комплекса (ЭК) в сравнении с виброрыхлительным комплексом (ВК)**

	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	ЭК	ВК	ЭК	ВК	ЭК	ВК	ЭК	ВК	ЭК	ВК	ЭК	ВК	ЭК	ВК
Рентабельность активов, %	-11,4	-18,6	-1,2	-110,2	12,3	-112,3	9,4	-85,6	8,0	-64,5	7,4	-45,8	-1,1	-29,6
Рентабельность собственного капитала, %	-11,4	-18,7	-0,9	-242,3	13,0	-353,1	9,9	-170,7	8,5	-105,6	8,0	-61,5	-0,8	-40,7
Рентабельность внеоборотных активов, %	-146,0	-25,8	0,4	-253,9	69,4	-581,0	68,8	-1109,2	77,6	-1765,3	95,8	-303,0	-26,9	-264,7
Прямые расходы к выручке от реализации, %	—	—	193,9	152,0	55,7	125,9	55,7	125,9	55,7	125,9	55,6	125,9	55,6	125,9
Прибыльность продаж, %	—	—	-131,1	-53,4	40,8	-26,0	37,4	-26,0	36,3	-26,0	36,4	-26,1	32,8	-26,1
Коэффициент общей ликвидности	1,00	1,00	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98
Чистый оборотный капитал	3260,00	3260,00	239,77	239,77	86,59	86,59	97,19	97,19	104,98	104,98	116,66	116,66	165,58	165,58
Коэффициент общей платежеспособности	2991,31	2991,31	180,92	180,92	71,27	71,27	83,97	83,97	94,13	94,13	107,74	107,74	156,32	156,32
Коэффициент автономии	14 135	14 135	26 041	26 041	32 548	32 548	37 950	37 950	43 041	43 041	48 146	48 146	52 523	52 523