

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАГОНА-ХОППЕРА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЦЕМЕНТА

**А.А. Битюцкий, директор ЗАО «Инженерный центр объединения вагоностроителей»**

**А.С. Кононенко, заместитель руководителя отдела грузовых специализированных вагонов**

*В ЗАО «Инженерный центр объединения вагоностроителей» разработана конструкция нового вагона-хoppers для перевозки цемента*

**З**а последнее десятилетие в условиях строительного бума на отечественном рынке обозначилась тенденция к наращиванию объемов произ-

водства и, следовательно, перевозок цемента. В 2006 — 2007 гг. этот рост был особенно высок и составлял 12,5 и 14,5 % по отношению к каждому предыдущему

году. Во втором полугодии 2008 г. на фоне мирового экономического кризиса, а также в связи с фактическим достижением цементными заводами своих максимальных проектных мощностей прогнозировался спад производства и, как результат, по итогам года рост составил всего 1 — 2 %.

В первой половине 2009 г. ожидалось продолжение спада, а во втором полугодии, наоборот, возобновление роста. Правда, по результатам года объем запланированного производства все равно уменьшится на 3 — 5 % по отношению к 2007 г. Однако уже в 2010 г. аналитики прогнозируют резкий подъем и достижение объемов производства цемента на уровне 75 млн. т, что соответствует 20%-ному росту к показателям 2007 г.

Столь оптимистичный прогноз объясняется ожидаемым выходом из экономического кризиса и набирающей обороты подготовкой к зимней Олимпиаде 2014 г. Кроме того, в 2009 — 2010 гг. намечен ввод



Рис. 1. Вагоны-хoppers для перевозки цемента:

а — модель 11-715; б — модель 19-758; в — модель 55-321; г — модель 19-1217; д — модель 19-3018; е — модель 19-969

в эксплуатацию новых высокотехнологичных мощностей по производству цемента, строительство которых ведется уже сегодня.

В условиях повышения объемов производства ощущается дефицит подвижного состава для перевозки цемента. С одной стороны, это обусловлено выбытием вагонов из парка ввиду окончания срока службы, с другой — недостаточным выпуском и вводом в эксплуатацию новых хопперов-цементовозов.

Кроме того, используемые вагоны не в полной мере удовлетворяют требованиям грузоперевозчиков в части эксплуатационной надежности и технико-экономических параметров. Таким образом, уже сегодня на первый план выходит задача создания нового вагона-хоппера для перевозки цемента с улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками.

В настоящее время для перевозки цемента используются вагоны-хопперы производства Крюковского вагоностроительного завода (Украина), Брянского машиностроительного завода, Великолукского локомотиво-вагоноремонтного завода и «Рузхиммаша» (рис. 1).

Серийное производство цементовозов было начато в 1953 г. на заводе «Днепроввагонмаш». Там был построен первый четырехосный цементовоз грузоподъемностью 60 т.

В 1961 г. на Крюковском заводе был выпущен хоппер для цемента модели 11-715, которому было суждено стать первым цементовозом, поставленным на массовое производство. Значительно позже, в 1986 г. ему на смену пришла модель 19-758, выпускаемая на том же заводе.

Таким образом, в советские годы основу парка вагонов-цементовозов составляли лишь эти две модели. После развала Советского Союза все мощности по постройке цементовозов остались на Украине.

Возобновить строительство хопперов для цемента было решено на Великолукском заводе, где в период с 1993 по 1997 г. производились вагоны модели 55-321. Суммарный выпуск составил всего около 250 штук. В том же 1993 г.

попытка создания цементовоза модели 19-3054-03 на базе хоппера-зерновоза модели 19-3054 были предприняты и на Брянском заводе.

Новый мощный виток в развитии строительства хопперов для цемента начался совсем недавно. При бурном росте объема производства цемента и острой нехватке подвижного состава в 2006 г. на заводе «Рузхиммаш» был поставлен на производство цементовоз модели 19-1217.

В 2007 г. на Брянском заводе наладили выпуск модели 19-3018. В 2008 г. было запланировано начать производство моделей 19-4142 на заводе «Днепроввагонмаш» и 19-969 на Стахановском вагоностроительном заводе, а в 2009-м — новой модели хоппера на заводе «Промтрактор-Вагон» (г. Канаш).

Вместе с тем производство цементовозов велось крайне неравномерно. Если в 70-х годах выпускалось до 400 ед. в год, то с 1980 г. объем производства начал расти и в 1987 г. составил уже 2012 вагонов.

Однако в 1992 г. он упал в десятки раз, а с 1997 г. и вовсе прекратился. В течение 10 лет строительство хопперов не велось. В 2007 г. из-за стремительно стареющего парка хопперов было выпущено более 5200 цементовозов.

В 2008 г. с января по август было произведено уже около 5000 вагонов. Однако по результатам года это число не превысило 7000 хопперов, что обусловлено последствиями финансового кризиса.

Следует отметить, что если по основным технико-экономическим параметрам, таким как объем кузова и грузоподъемность, вновь создаваемые вагоны уступают своим предшественникам, то по потребительским показателям (устройствам погрузки и выгрузки, применяемым материалам, конструкторским решениям) они аналогичны вагонам, выпускавшимся в 70-х годах прошлого века.

Опыт эксплуатации за последние 30 лет позволил выявить слабые места конструкции вагона-хоппера для цемента. Как показывает диагностика технического состояния парка хопперов-цементовозов моделей 11-715 и 19-758, проведенная специали-

тами Экспертного центра, этим двум и по сей день самым массовым моделям свойственен ряд характерных неисправностей и эксплуатационных повреждений. Они являются следствием как недостатков конструкции, так и нарушения правил эксплуатации и проведения погрузочно-разгрузочных работ.

К таким неисправностям в первую очередь относятся (рис. 2):

- потеря устойчивости крыши (а) — образование вакуума при разгрузке (при закрытых загрузочных крышках и отсутствии впускного клапана);
- налипание груза и деформация листов крыши (б) — очистка;
- налипание груза на внутреннюю поверхность кузова (в) — нарушения герметичности крыши;
- налипание груза на детали механизма разгрузки (г), приводящее к выходу его из строя;
- трещины в узлах соединения боковой стены и бункера (д);
- трещины обшивки торцевой стены в зоне приварки к коньку (е);
- деформации обшивки (ж) — применение ломов и кувалд для более полной разгрузки цемента, налипшего на стенки;
- непровары и трещины швов приварки бункеров (з).

Остальные дефекты характерны также и для вагонов-хопперов других типов. Это трещины сварных швов и основного металла листов обшивки, деформации и изломы стоек, балок рамы, трещины в шкворневом узле.

При сравнении основных технических характеристик следует отметить недостаточный объем вагонов-хопперов моделей 11-715 и 19-758, который составляет соответственно 55 и 60 м<sup>3</sup>. Как показывают результаты обследования пунктов погрузки и выгрузки цемента, в большинстве случаев даже объема кузова 60 м<sup>3</sup> хоппера модели 19-758 недостаточно для выбора полной грузоподъемности, которая составляет 72 т. Вагоны зачастую недогружены от 2 до 5 т.

В то же время уровень загрузки кузова цементовоза значительно зависит и от технологии погрузочных работ. Большинство грузоотправителей не имеет возможности даже разровнять конуса груза под загрузочными люка-

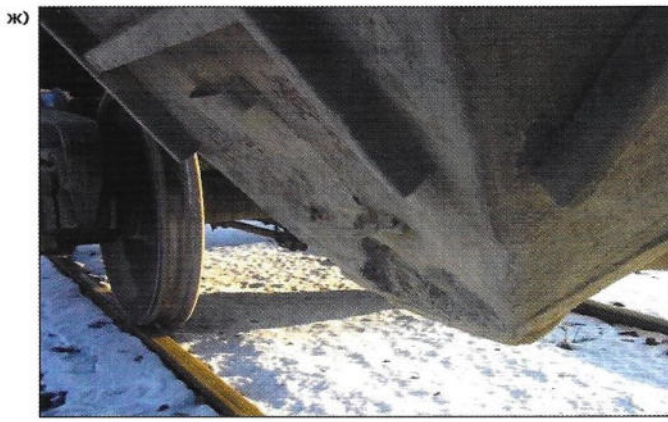
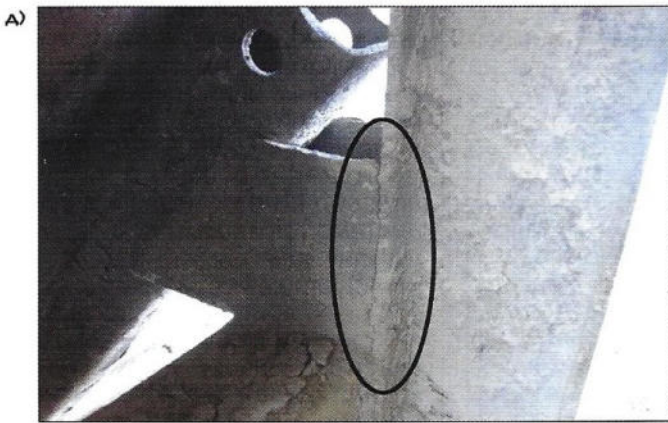
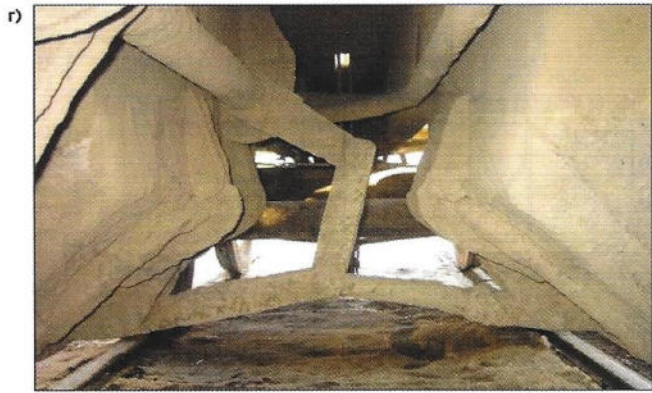
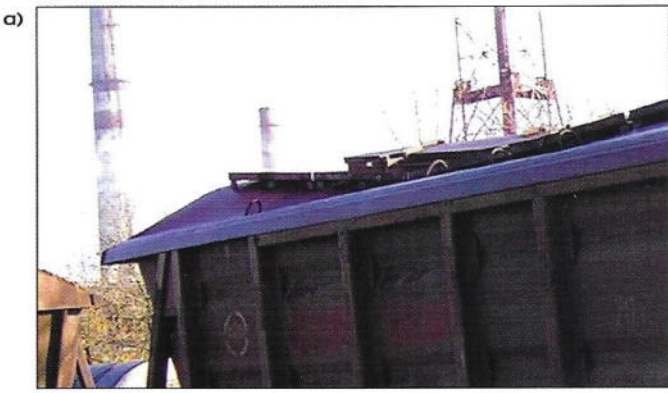


Рис. 2. Основные характерные неисправности вагонов-хopperов для перевозки цемента

ФОНДОВЫЙ ДОКУМЕНТ

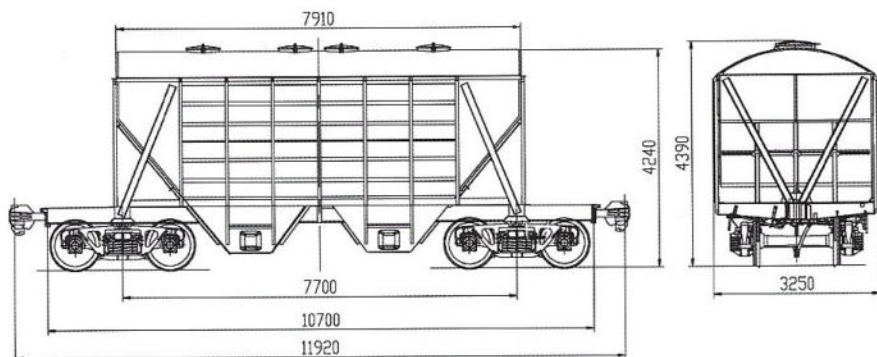


Рис. 3. Общий вид вагона-хoppers для перевозки цемента, разработанного в Инженерном центре

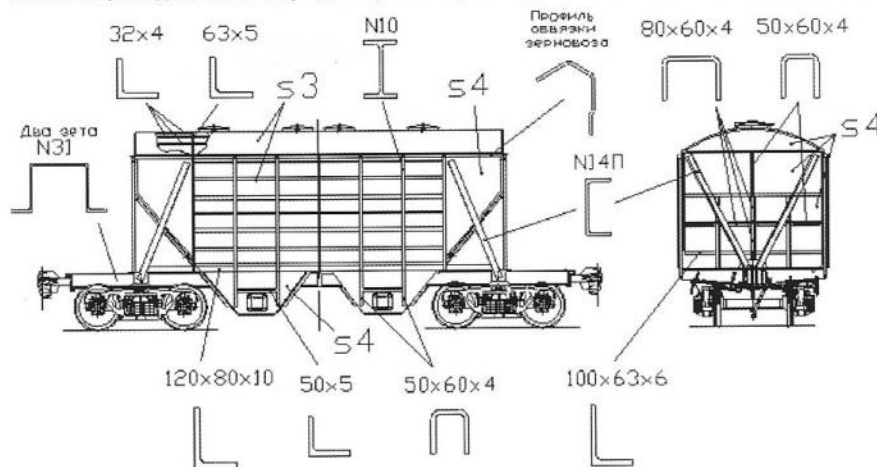


Рис. 4. Сечения основных элементов кузова нового вагона-хoppers

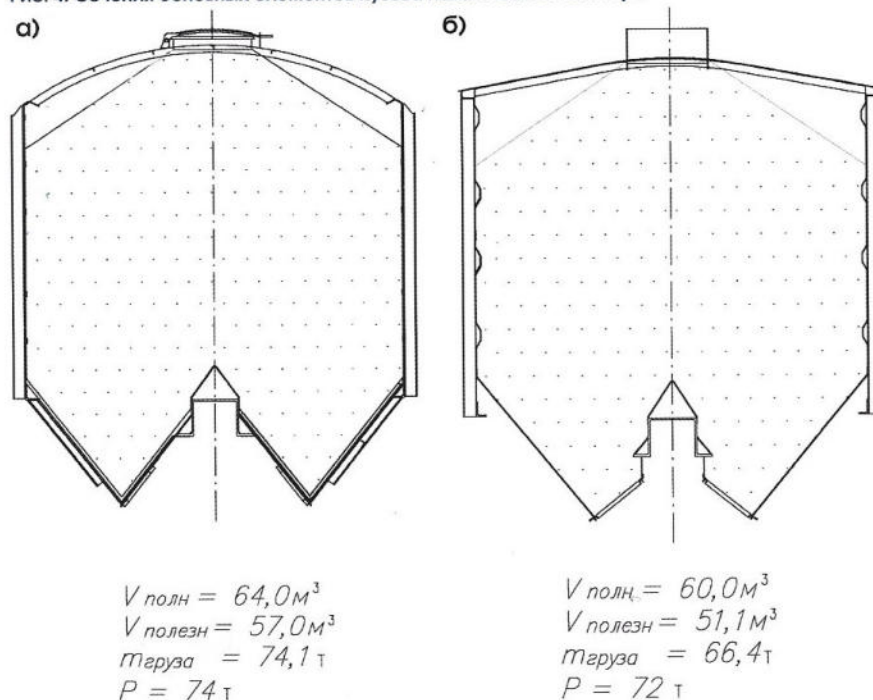


Рис. 5. Расчетное заполнение кузова цемента: а — нового вагона-хoppers; б — хoppers модели 19-758

ми, образованию которых способствует угол естественного откоса цемента в 35°.

Вследствие этого в кузове возникает значительный, порядка 9 м<sup>3</sup>, объем недогруза. Кроме

того, плотность цемента в сильно взрыхленном состоянии уменьшается до 1,1 т/м<sup>3</sup> (при насыпной плотности 1,3 т/м<sup>3</sup>), что также препятствует выбору полной грузоподъемности.

На основе анализа повреждений в эксплуатации и для улучшения основных технико-экономических параметров, с учетом нормативных требований специалисты Инженерного центра вагоностроения по заказу ЗАО «Промтрактор-Вагон» выполнили комплекс работ по созданию нового вагона для перевозки цемента. Также сделано технико-экономическое обоснование его преимуществ (рис. 3).

Одним из условий завода «Промтрактор-Вагон» по разработке проекта стала технологичность конструкции хoppers. Она подразумевает минимальное применение номенклатуры металлопроката и количества оснастки для сборки вагона.

Как следствие, это обеспечивает постановку вагона на производство в кратчайшие сроки. Именно поэтому его кузов имеет прямые боковые стены, а балочные элементы изготавливаются из горячекатаных или гнутых профилей, широко используемых в вагоностроении (рис. 4). Вагон-хoppers оборудован двумя механизмами разгрузки с ручным приводом (каждый на одну пару крышек), системой отдельного торможения, типовыми ходовыми частями и автосцепным устройством.

Среди конструктивных решений, реализованных в данном проекте и отличающих новый вагон от существующих аналогов, можно отметить следующее:

- форма бункеров обеспечивает наиболее полное использование нижнего габаритного пространства;
- соединение бункера и боковой стены на нижней обвязке придает прочность;
- углы наклона стенок бункеров увеличены до 53°, что способствует более полной выгрузке груза;
- обшивка боковой стены выполнена из листов с гофрами малого сечения, что уменьшает налипание груза;
- крыша выполнена дугообразной формы из гладких листов, что

предотвращает скапливание и налипание груза после погрузочных операций;

- кузов оборудован двумя впускными клапанами, расположенными по торцам вагона, предотвращающими образование вакуума внутри кузова при разгрузке;

- механизмы разгрузки и загрузочные люки имеют устройства централизованной блокировки, благодаря которым весь вагон пломбируется двумя запорно-пломбировочными устройствами.

Объем кузова нового вагона-хoppers увеличен до 64 м<sup>3</sup>. При

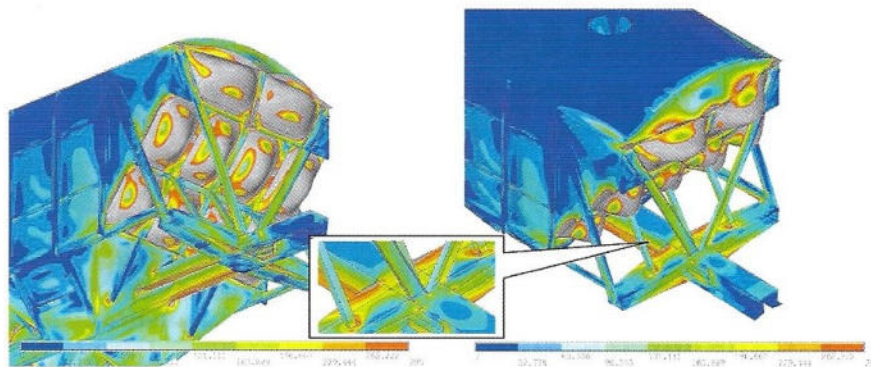


Рис. 6. Напряженно-деформированное состояние кузова вагона-хoppers от действия ударной нагрузки 3,5 МН, силы тяжести кузова и груза и действия инерции кузова и груза

#### Технические характеристики вагонов-хoppers для перевозки цемента

Параметры вагона-хoppers	11-715 КрВЗ	19-758 КрВЗ	55-321 ВЛРЗ	19-1217 РХМ	19-3018 БМЗ	19-4142 ДВЗ	ИЦВС
Год постановки на серийное производство	1961	1986	1993	2006	2007	2008	На стадии разработки
Грузоподъемность, т	67,0	72,0	68,0	73,0	73,0	73,0	74,0
Масса тары, т	18,5	19,5	20,91	20,6	20,3	21,0	19,5
Коэффициент тары	0,28	0,27	0,31	0,28	0,28	0,29	0,26
Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	209,0 (21,37)	228,3 (23,25)	218,3 (22,25)	230,1 (23,5)	230,5 (23,5)	230,5 (23,5)	230,5 (23,5)
Угол наклона торцевых стенок, град	50			—			50
Угол наклона стенок бункеров, град	50			—			53
Объем кузова, м <sup>3</sup>	55,0	60,0	56,0	60,0	62,0	61,5	64,0
Форма боковой стены	плоская стена			цилиндрическая	плоская стена		
Форма крыши	трапециевидная				трапециевидная	цилиндрическая	
Длина вагона по осям сцепления автосцепок, мм	11920	11920	12120	12020	12020	12020	11920
База вагона номинальная, мм	7700			7800			7700
Габарит по ГОСТ 9238	1-Т			1-ВМ			1-Т

дугообразной форме крыши и более функциональное использование нижнего габаритного пространства это позволяет реализовать проектную грузоподъемность 74 т без разравнивания конуса груза при загрузке, что подтверждается проведенными расчетами (рис. 5). Насыпная плотность цемента принималась 1,3 т/м<sup>3</sup>, угол естественного откоса цемента 35°.

Размеры элементов конструкции были определены по методикам проектных расчетов, разработанных в Инженерном центре. Расчеты прочности показывают, что конструкция кузова выдерживает нагрузки в соответствии с требованиями Норм для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), а возникающие напряжения не превышают допустимых (рис. 6).

Сравнение характеристик вагонов-хoppers для перевозки цемента, представленное в таблице, позволяет сделать вывод о том, что по технико-экономическим показателям новый вагон превосходит все существующие на сегодня-

ний день аналоги. Это в совокупности с улучшенными эксплуатационными характеристиками позволит значительно уменьшить транспортные издержки при перевозке цемента железнодорожным транспортом.

Для оценки экономического эффекта от увеличения грузоподъемности нового вагона по сравнению с цементовозом модели 19-758 был выполнен расчет для существующего плеча перевозок цемента по Октябрьской дороге. Расстояние — 155 км, тариф — 5470 руб. (данные за апрель 2008 г.), количество оборотов за год — 30.

Для перевозки этого же объема на вагонах разработки Инженерного центра потребуется значительно меньшее число цементовозов. Например, парк вагонов в 200 ед. при увеличении грузоподъемности с 69 т хoppers модели 19-758 (при 3 т недогруза) до 74 т нового вагона можно сократить до 187 ед.

Таким образом, разовая экономия при приобретении вагонов разработки Инженерного центра составит 32,5 млн. руб. (по состоянию на октябрь 2008 г. сто-

имость вагона-хoppers для цемента 2,5 млн. руб.).

Кроме того, ежегодный экономический эффект будет складываться из снижения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и ремонт. Одна лишь экономия на железнодорожном тарифе для рассматриваемой перевозки цемента составит 2,28 млн. руб. в год.

В современных условиях большое значение придается конкурентным преимуществам. Вновь создаваемая конструкция вагона для цемента позволит получить экономический эффект как перевозчику, так и производителю цемента.

В заключение необходимо добавить, что, несмотря на сокращение производства в строительной отрасли во втором полугодии 2008 г., у рынка цемента, а следовательно, и у рынка вагонов-цементовозов есть все предпосылки для дальнейшего развития. Это делает задачу постановки на производство нового вагона-хoppers для перевозки цемента крайне актуальной, поскольку спрос на подобные вагоны значительно вырастет в самой ближайшей перспективе.