

Безопасная цистерна для перевозки химических продуктов

Компания Alstom LHB в рамках научно-исследовательского проекта, поддерживаемого федеральным министерством образования и науки Германии (BMBF), разработала и построила две опытные цистерны для перевозки химических продуктов (CeSa) вместимостью 60 и 70 м³, отвечающие повышенным требованиям в отношении безопасности.

Проект CeSa

При разработке цистерны CeSa (рис. 1) за основу была принята новая концепция обеспечения безопасности, подготовленная на базе результатов анализа аварий, которые имели место на сети железных дорог Германии (DBAG) в период с 1985 по 1995 г. (рис. 2 – 4). Следует отметить, что большинство этих аварий произошло при движении со скоростью до 10 м/с (36 км/ч).

Результаты анализа позволили сформулировать следующие задачи, которые требовалось решить с использованием новой концепции безопасности:



Рис. 1. Опытный образец цистерны CeSa

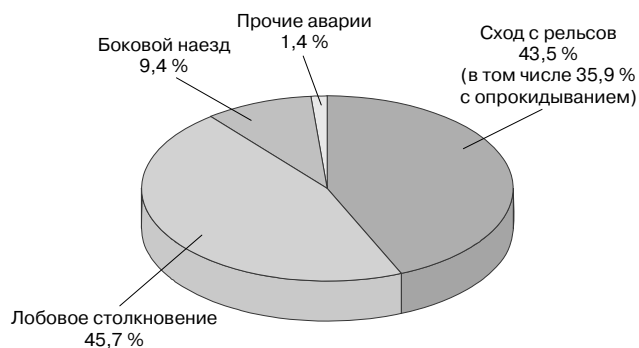


Рис. 2. Статистика крушений цистерн в период 1985 – 1995 гг.

- обеспечение безопасности при скорости до 36 км/ч за счет использования защитных устройств цистерны с высоким энергопоглощением;
- техническая реализация эффективной защиты днища котла, его верхней части, арматуры и сливных устройств;
- сохранение герметичности при деформировании оболочки котла;
- отсутствие жесткой связи между котлом и рамой вагона.

Из всех технических решений, обеспечивающих безопасность, важнейшими стали следующие:

- упругая рама, оптимизированная с точки зрения столкновений со скоростью до 15 км/ч;
- энергопоглощающие устройства, рассчитанные на скорость при столкновении до 35 км/ч (рис. 5) и до 40 км/ч при внутреннем давлении ≤ 8 бар;
- высокая энергопоглощающая способность котла при минимальном числе элементов жесткости в его конструкции;
- защищенный от перелива при нижней загрузке верхний сливной прибор;
- шарнирно закрепленные торцовые щиты, защищающие котел при лобовом столкновении;
- новая конструкция опорного устройства котла, обеспечивающая его скользящее соединение с рамой.

Параллельно с цистерной CeSa разрабатывали специальный буфер, в конструкции которого предусматривался сминаемый элемент, гасящий часть энергии столкновения. Он был разработан британской компанией Oleo International совместно с ин-

Технические данные экспериментальных цистерн емкостью 60 и 70 м³

Габарит	МСЖД 505-1 (ЕВО-Г1)
Масса тары, кг:	
при вместимости 60 м ³	24 300
то же, 70 м ³	25 200
Тележка	DB 652 (HB 82)
Тормоз	KE-GP-16"
Длина котла, мм:	
при вместимости 60 м ³	10 960
то же, 70 м ³	12 750
Наружный диаметр котла, мм	2 700
Материал котла	сталь марки 14571
Расчетное давление, бар	10
Превышение расчетного давления, бар:	
при испытании	4
в эксплуатации	3
Наружное противодавление, бар	0,5

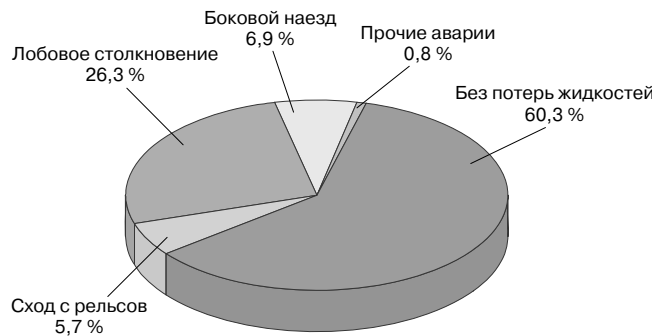


Рис. 3. Доля аварий, сопровождавшихся вытеканием перевозимого продукта

женерным бюро Herbert Hofmann (Бремен). Этими буферами можно оснащать подвижной состав и других видов. Проведенные испытания показали его высокую надежность при столкновениях со скоростью до 41,3 км/ч.

Программа заключительных испытаний

Одна из опытных цистерн в течение года проходила эксплуатационные испытания в швейцарской компании Rexwall, где выполняла перевозки химической продукции производства компании Elf Atochem. Вторую цистерну испытывала компания VTG-Lehnkering в перевозках продукции компании Hoechst Clariant.

По завершении проекта опытные образцы цистерн были представлены государственным службам и заинтересованным компаниям. В презентации приняли участие представители Федеральной службы испытаний материалов, DBAG, Федерального бюро железных дорог Германии (EVA) и др. После официальной презентации на прямолинейном участке сортировочных путей компании Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter (VPS) были проведены испытания на столкновение цистерн при различных значениях скорости движения, которые подтвердили их надежность и безопасность. Испытания включали:

- наезд цистерны CeSa вместимостью 60 м³, заполненной на 95 % водой, с заданной скоростью 12 км/ч на неподвижный полувагон со щебнем общей массой 80 т. Фактическая скорость наезда была равна 13,5 км/ч. При этом замедление цистерны составило 2,5 g;

- наезд новой цистерны на препятствие с заданной скоростью 36 км/ч. Фактическая скорость наезда составила 35 км/ч, при этом количество поглощенной энергии достигло 2 МДж. Сминаемые элементы, выполненные в виде труб, деформировались с образованием на каждой только двух складок;

- столкновение с препятствием обычной цистерны вместимостью 88 м³, заполненной водой на 70 %, дополнительно оборудованной буферами с энергопо-

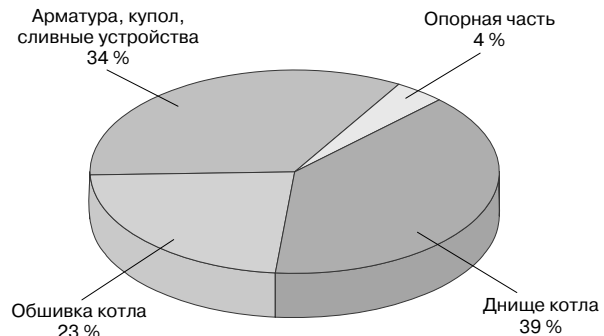


Рис. 4. Статистика повреждений элементов конструкции вагона-цистерны, сопровождавшихся вытеканием перевозимого продукта

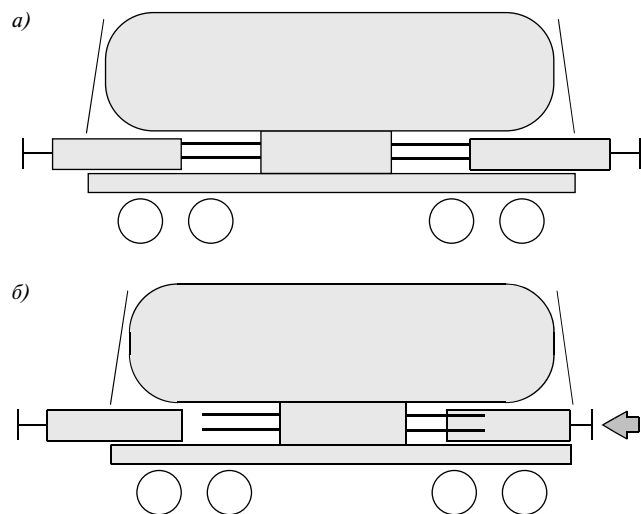


Рис. 5. Поведение цистерны во время движения (а) и при столкновении (б)

глощающими сминаемыми устройствами и двигавшейся со скоростью 35,4 км/ч. На деформированных трубах образовались четыре складки. Для замены этих элементов потребовалось не более 1 ч, после чего цистерна была снова готова к эксплуатации. Данный эксперимент показал, что новые буфера со сминаемыми элементами разработки Oleo-Hofmann можно устанавливать на подвижном составе разных типов;

- столкновение двух обычных цистерн старого типа вместимостью 77 и 88 м³ массой по 80 т. Скорость столкновения составила 36 км/ч. При этом значительные повреждения получила только рама одной тележки.

Вписываемость в кривые вагонов с новыми буферами экспериментально была доказана ранее. Серия испытаний, направленных на исследование безопасности эксплуатации новых цистерн, убедительно показала, какое количество энергии может выделяться при столкновениях, и помогла найти способы ее надежного гашения.