

Г. И. Кошля¹, В. Я. Тимошенко¹, Э. В. Дыба²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: 27genko@mail.ru

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru

УЛУЧШЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы безопасности перевозки жидкостей в железнодорожных и автомобильных цистернах и пути совершенствования их конструкций.

Ключевые слова: грузоперевозки, цистерна, транспортировка, давление, колебания, устройство, нагрузки, силы, конструкция.

G. I. Koshlya¹, V. Ya. Tymoshenko¹, E. V. Dyba²

¹EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: 27genko@mail.ru

²RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru

IMPROVEMENT OF THE CONSTRUCTION OF THE TANK FOR SAFETY OF TRANSPORTATION OF BULK CARGOES

Abstract. The article considers the issues of safety of transportation of liquids in the same-leather-road and automobile tanks and ways to improve their designs.

Keywords: cargo transportation, tank, transportation, pressure, oscillations, device, loads, forces, design.

Введение

Немалая часть автоцистерн производится для нужд сельского хозяйства. Тут и перевозка молока, и перевозка химических удобрений и даже нефтепродуктов для сельскохозяйственной техники. Существуют специальные версии автоцистерн, оборудованные более мощным двигателем и более проходимыми колесами. Все это облегчает доставку грузов в отдаленные районы. Для повышения эффективности грузоперевозок иногда используют целую колонну автомобильных цистерн, которые, в свою очередь, оснащены дополнительными прицепами-цистернами. Данная схема транспортировки намного выгоднее, чем если бы одна или две машины доставляли груз в какой-либо отдаленный район.

Основная часть

Все цистерны могут быть классифицированы по ряду признаков. По конструктивным их разделяют на рамные и несущие. Грузы, перевозимые цистернами, бывают опасные и неопасные, к последним относятся пищевые наливные грузы.

К опасным грузам относятся следующие виды жидких грузов:

– сжиженные газы (пропан, бутан, водород, кислород, азот, хлор);

- жидкие горючие материалы (бензин, дизельное топливо, керосин, растворители, нефть);
- отравляющие вещества (пестициды, агроудобрения, инсектициды и др.);
- окисляющие и едкие вещества (серная, соляная, азотная кислоты; пероксиды).

К пищевым жидким грузам относятся:

- соки (свежие, концентраты, пюре);
- растительные масла (оливковое, подсолнечное, соевое, пальмовое), жиры;
- сиропы, патока, шоколад, глюкоза;
- алкогольные напитки (пиво, вино, виноматериалы, спирт);
- молочные продукты (свежее и концентрированное молоко, йогурт, кефир) и многое другое.

Для транспортировки всех вышеперечисленных видов пищевых грузов пригодны только автоцистерны. Они должны соответствовать международным нормативам, чтобы быть допущенными к перевозкам. В большинстве своем цистерны конструируются из специальных некоррозийных материалов из нержавеющей или углеродистой стали, но встречаются еще алюминиевые. Существуют грузы, которые во время транспортировки требуют соблюдения особого температурного режима, поэтому их доставляют к месту назначения в специальных цистернах с подогревом.

Особенностью жидкостей является их существенное расширение при нагревании, поэтому при погрузке в резервуаре оставляют свободное пространство. Это позволяет избежать разрывов оболочек их котлов, вызванных значительным ростом внутреннего давления при внешних тепловых воздействиях.

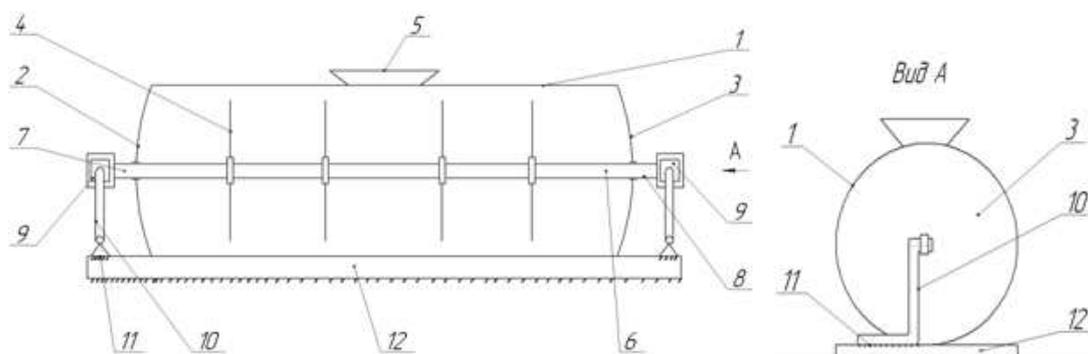
Так как различные жидкости расширяются по-разному, то уровень заполнения железнодорожных цистерн зависит от вида перевозимой жидкости [1]. При транспортировке жидкостей, имеющих повышенную плотность, например, кислот, жидкого каустика ($1,1 \text{ м}^3/\text{т}$), хлорбензола ($1,13 \text{ м}^3/\text{т}$), масса цистерны с жидкостью может превысить нормативные пределы грузоподъемности. Поэтому нередко приходится перевозить цистерны, заполненные ниже установленного уровня.

Аналогичные ситуации регулярно возникают в поливочных машинах и автотопливозаправщиках, особенностью рабочего процесса которых является постепенное расходование транспортируемой жидкости в процессе работы.

При транспортировке частично заполненной цистерны возрастает вероятность возникновения опасной ситуации. Колебания жидкого груза внутри резервуара могут приводить к существенному снижению продольной и поперечной устойчивости и управляемости транспортного средства и вести к увеличению нагрузок на конструкцию цистерны. Например, вследствие относительного перемещения жидкости по направлению движения автомобиля, остановившийся на скользкой поверхности перед светофором, может быть вытолкнут силами инерции колеблющегося груза на перекресток. Влияние перемещения жидкости в цистерне на динамику транспортного средства существенно растет при увеличении веса транспортного средства и его размеров [2].

Цистерны без устройств для гашения колебаний жидкости отличаются большими перемещениями центра масс груза в резервуаре. Это приводит к значительным продольным гидродинамическим нагрузкам, действующим на днища. С целью снижения этих нагрузок внутри цистерн устанавливают перегородки, как проницаемые, так и непроницаемые [3]. В некоторых случаях для снижения опасности опрокидывания дополнительно устанавливают волнорезы, ограничивающие перемещение жидкости в поперечном направлении. Однако санитарные нормы запрещают использование перегородок в цистернах, предназначенных для перевозки продуктов питания (например, молока) из-за трудностей при очистке внутренней части резервуара. В связи с этим перевозка жидкостей в резервуарах требует специальных навыков водителя, учитывающих специфику динамических свойств автоцистерн. Наибольшей сложностью отличается управление цистернами без перегородок, особенно при разгоне и торможении. Есть свои особенности и при эксплуатации цистерн, разделенных на отсеки. В частности, водитель должен следить за тем, чтобы разность нагрузок, приходящихся на передние и задние колеса транспортного средства, не была очень большой.

Нами предложены новые технические решения, которые позволяют существенно снизить влияние колеблющейся жидкости как на устойчивость движения цистерн, так и на нагруженность их конструкций. Белорусский государственный аграрный технический университет является обладателем патента на полезную модель [3], в котором предложено снизить силы инерции жидкостей, возникающих при переходных режимах движения цистерн, путем использования специального устройства, устанавливаемого в резервуаре цистерны, представленной на рисунке. Суть предложения состоит в установке внутри цистерны подвижных перегородок, связанных между собой единым стержнем, выходящим наружу и передающим возникающие силы инерции на платформу через торсионы. Предложенное устройство работает следующим образом. Силы инерции, которые возникают при изменении скорости движения или трогании с места транспортного средства, перевозящего жидкий груз, залитый через горловину 5 и находящийся в объеме между цилиндрической оболочкой 1, передней 2 и задней 3 стенками, действуют на поперечные перегородки 4, жестко соединенные с продольным стержнем 6, вызывая при этом его перемещение в направлении действия сил.



Цистерна для перевозки жидких грузов: 1 – цилиндрическая оболочка; 2 – передняя стенка; 3 – задняя стенка; 4 – поперечные перегородки; 5 – заливная горловина; 6 – продольный стержень; 7 – передний конец стержня; 8 – задний конец стержня; 9 – шарнирное соединение верхнего конца переднего торсиона с передним концом продольного вала; 10 – торсионы; 11 – жесткое соединение нижних концов торсионов с платформой транспортного средства; 12 – платформа

Торсионы 10, верхние концы которых шарнирно соединены с концами 7 и 8 продольного стержня 6 и жестко – с платформой 12, будут воспринимать силы инерции жидкости и передавать их на платформу, обеспечивая тем самым эффективное их гашение, исключая разрушение стенок цилиндрической оболочки 1 и обеспечивая безопасность перевозок.

Заключение

Таким образом, предложенные конструкции позволяют преобразовать кинетическую энергию транспортируемого жидкого груза в иные виды энергии, что дает возможность более эффективно гасить колебания жидкостей по сравнению с существующими, и, в конечном счете, улучшить устойчивость и управляемость автомобильных цистерн.

Применение цистерн с устройством передачи инерционных сил на платформу позволит избежать аварий, часто встречающихся при использовании традиционных цистерн. Предложенные конструкции перегородок значительно снижают колебания жидкости и ее кинетическую энергию при торможении и трогании с места.

Список использованных источников

1. Островский, А. М. Пути совершенствования транспортирования опасных грузов в условиях интенсификации перевозочного процесса : дис. д-ра техн. наук : 05.22.08 / А. М. Островский ; Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта. – Новосибирск, 1988. – 421 л.
2. Высоцкий, М. С. Динамика автомобильных и железнодорожных цистерн / М. С. Высоцкий, Ю. М. Плещачевский, А. О. Шимановский. – Минск : Белавтотракторостроение, 2006. – 320 с.
3. Цистерна : пат. 8273 Респ. Беларусь МПК7 В 65D 88/12 / В. Я. Тимошенко, А. О. Шимановский, А. В. Новиков, Г. И. Кошля ; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № 020110870 ; заявл. 08.11.2011 ; опубл. 30.06.2012.