

---

## СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ АПК, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

---

УДК 629.365:658.345

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКОСТЕЙ ЦИСТЕРНАМИ

Тимошенко В.Я., к.т.н.,  
Кошля Г.И., ст. преподаватель,  
Сушко Д.И., ст. преподаватель,  
Чумак Т.М., ст. преподаватель.  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

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

*Введение.* Постоянное развитие трубопроводного транспорта не исключает необходимости совершенствования конструкций цистерн для перевозки жидкостей, так как в общем объеме перевозок на их долю приходится более половины.

*Основная часть.* Перевозка наливных, жидких грузов осуществляется с помощью цистерн и аналогичных им резервуаров. При перевозке любого наливного груза необходимо уточнять особые условия их транспортировки.

Движение цистерн с частичным заполнением может происходить и при случайной утере или частичном сливе жидкости, заполняющей котел цистерны, например, при раздаче груза потребителям на промежуточных станциях. Возможны ситуации, при которых резервуары цистерн оказываются заполненными наполовину или даже меньше.

Колебания жидкого груза внутри резервуара приводят к существенному снижению продольной и поперечной устойчивости и управляемости транспортного средства и увеличивают нагрузки на конструкцию цистерны. Наибольшее влияние на управляемость и пределы устойчивости автоцистерн оказывают такие факторы, как геометрия резервуара, высота центра тяжести, уровень загрузки, поперечное и продольное смещение центра тяжести груза при движении по кривой, торможении, маневрах смены полосы движения, а также свойства динамического взаимодействия жидкости с конструкцией [1].

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 (БГАТУ, г. Минск) является обладателем патента на изобретение [2], в котором предложено снизить силы инерции жидкостей, возникающих при переходных режимах движения цистерн, путем использования специального устройства, устанавливаемого в резервуаре цистерны (рис.1).

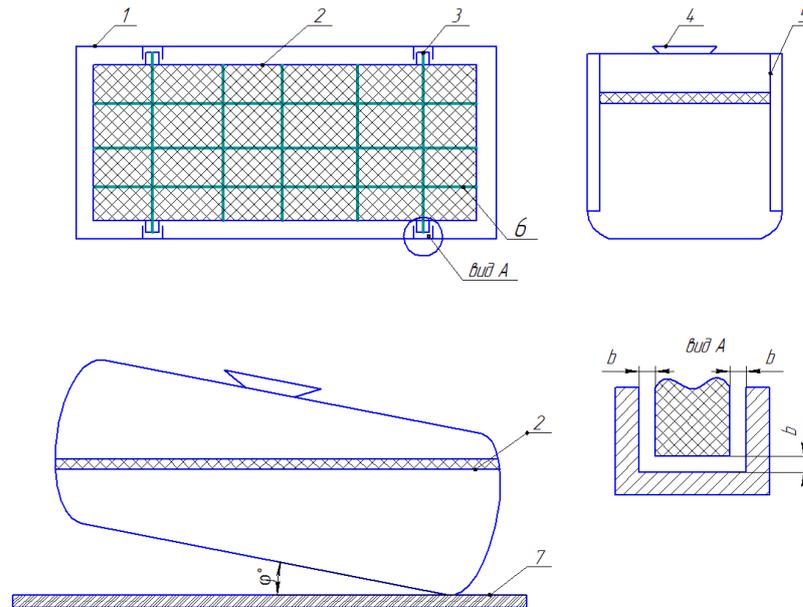


Рис. 1. – Прицепная ёмкость машинно-тракторного агрегата:

1 – цилиндрическая оболочка, 2 – плавающая перегородка, 3 – управляющие перегородкой, 4 – заливная горловина, 5 – направляющие перегородкой, 6 – стекло армиатура, 7 – грунт.

Поставленная задача достигается тем, что в прицепной емкости машинно-тракторного агрегата, содержащей котел с передней и задней стенками и заливной горловиной, согласно изобретению, в котле на боковых стенках вертикально установлены четыре направляющих швеллера, в которых с зазорами установлена горизонтальная армированная перегородка с возможностью перемещения по ним, размещения на поверхности заливаемой жидкости и фиксации в упомянутых швеллерах при достижении машинно-тракторным агрегатом предельного угла наклона на склоне поля за счет устранения упомянутых зазоров.

Для снижения инерционных сил центра масс технологической жидкости 8 при движении прицепной емкости машинно-тракторного агрегата по неровной поверхности поля на ней горизонтально расположена армированная стекловолоконной арматурой 6 плавающая перегородка 2 с возможностью перемещаться вверх-вниз в

направляющих швеллерах 5 и фиксации в них ее положения при работе прицепной емкости на предельно допустимом уклоне поля в поперечном или продольном направлении.

Прицепные емкости машинно-тракторных агрегатов используются для перевозки технологических жидкостей (растворов ядохимикатов, жидких удобрений) с мест хранения на поля для внесения. Поля имеют неровный рельеф, характеризующийся уклоном, превышающим 5 %. Полностью заполненные емкости при выполнении технологического процесса внесения жидкости опорожняются, что приводит к усилению колебаний оставшейся.

Прицепные емкости, как правило, не имеют внутренних поперечных перегородок для гашения инерционных колебаний жидкости, так как они работают в условиях неровного рельефа, характеризующегося как поперечным, так и продольным уклоном. Пропорционально снижению уровня жидкости в емкости увеличиваются амплитуда и частота ее колебаний и силы инерции.

Наличие горизонтальной продольной плавающей перегородки 2 исключает возможность колебания жидкости в емкости, так как она передвигается вверх-вниз в направляющих швеллерах 5, а при движении под уклон при предельном значении угла наклона  $\alpha$  соответствующим зазору  $b$  в механизме фиксации положения перегородки, фиксируется с помощью фиксаторов 3 за счет сил трения его о направляющие швеллеры, возникающих при повороте перегородки.

При заполнении емкости технологической жидкостью плавающая перегородка всплывает вверх и постоянно находится на верхнем уровне жидкости в силу того, что объемная масса ее материала ниже объемной массы воды.

Колебания самой перегородки вместе с жидкостью предусмотрено предупреждать с помощью механизмов 3 фиксации ее положения, устраняя зазор  $b$ , который находится в функциональной зависимости с углом наклона:  $b = f(\alpha)$ .

*Заключение.* Предложенные конструкции ёмкости значительно снижают колебания жидкости и её кинетическую энергию при торможении и трогании с места.

#### Список использованных источников

1. Высоцкий, М. С. Динамика автомобильных и железнодорожных цистерн / М. С. Высоцкий, Ю. М. Плескачевский, А. О. Шимановский. – Мн.: Белавтотракторостроение, 2006. – 320 с.;
2. Цистерна: пат. 23702 Респ. Беларусь МПК В 60В 3/22/ В.Я. Тимошенко, Г.И. Кошля, В.В. Ярош, Н.Л. Ракова; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет». - № а 20200058; заявл. 2020.02.26; опубл. 2021.10.30.