РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа 88л., 27 рис., 21 табл., 21 источник, 1 прил.

АВТОЦИСТЕРНА, ЭЖЕКТОР, ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬ, ГИДРОЗАТВОР, ОБРАТНЫЙ КЛАПАН, МЕЖРЕМОНТНЫЙ ПЕРИОД

Объектом исследования является автоцистерна АЦЭ-6,6.

Цель работы – оптимизация системы отбора газо-воздушной смеси из цистерны, путём замены гидрозатвора (устройства защиты цистерны от попадания искр из системы выхлопа), работающего на жидкости, имеющего ряд недостатков, на огнепреградитель сухого типа, для получения более безопасной работы механизма и наибольшего экономического эффекта.

В процессе работы приведен обзор особенностей конструкции и принципа действия агрегата АЦЭ-6,6, расчеты на прочность и мероприятия по повышению коррозионной стойкости, а так же приводится аргументированные доводы в пользу огнепреградителя сухого типа.

В процессе эксплуатации автоцистерны происходит выплеск жидкости из гидрозатвора вследствие бурления и понижения уровня жидкости ниже номинала, в результате чего происходит преждевременная поломка оборудования. Главная задача оптимизации схемы огнепреградителя в повышении долговечности и оптимальной работы системы эжекции. Здесь предлагается установить обратный клапан между затвором и вентилем системы эжекции агрегата для сохранения вакуума в цистерне в случае остановки и снижения оборотов двигателя, приводящего к остановке или работе с перебоями эжектора.

Ряд рекомендуемых мероприятий, при соблюдении требований по эксплуатации, обеспечат достаточный уровень безопасности и экологичности работы автоцистерны.

Экономический эффект от оптимизаций схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6 достигается за счет повышения межремонтного периода системы эжекции агрегата, снижения себестоимости и трудоемкости изготовления агрегата.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ……... 6
ВВЕДЕНИЕ…… 7
1 Оптимизация схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6……... 8
1.1 Обзор существующих конструкций аналогичного назначения агрегатов для транспортировки нефтепродуктов…… 8
1.1.1 Автоцистерна АЦ-10…….. 8
1.1.2 Прицеп – цистерна ПЦ-8-8350…….. 10
1.1.3 Автомобиль – цистерна АЦ-8-500А……. 11
1.1.4 Автоцистерна АЦЭ-6,6…….. 13
1.2 Анализ работы автоцистерны АЦЭ-6,6…… 20
1.2.1 Исследование по работе агрегата при эксплуатации……. 20
1.2.2 Особенности работы оборудования при эксплуатации…….. 22
1.2.3 Анализ неисправностей агрегата…….. 24
1.3 Обоснование основных параметров автоцистерны АЦЭ-6,6……. 28
1.4 Обоснование оптимального режима работы агрегата…… 33
1.5 Расчеты на прочность и долговечность……... 36
1.5.1 Расчёт гасящей способности огнепреградителя…….. 36
1.5.2 Расчёт агрегата на устойчивость……... 37
1.5.3 Расчёт агрегата на прочность цистерны……... 44
1.5.4 Проверочный расчёт осей автошасси……... 53
1.5.5 Расчёт долговечности огнепреградителя……. 56
1.6 Мероприятия по повышению коррозионной стойкости агрегата……. 57
1.7 Техническое обслуживание автоцистерны АЦЭ-6,6…….. 58
2 Безопасность проекта……. 64
2.1 Анализ состояния охраны труда в ООО «Таргин Механосервис»…… 64
2.2 Обеспечение безопасности при проведении испытаний огнепреградителя…….. 65
3 Раздел экологичности……. 69
3.1 Охрана окружающей среды в ООО «Таргин Механосервис»…… 69
3.2 Природоохранные мероприятия при эксплуатации агрегата АЦЭ-6,6. 70

4 Расчет экономического эффекта от применения агрегата АЦЭ-6,6 с оптимизированной системой защиты цистерны…….. 73
4.1 Общие сведения…….. 73
4.2 Расчет капитальных вложений…….. 74
4.3 Расчет (корректировка) эксплуатационных затрат……..... 77
4.4 Расчет экономического эффекта……... 79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….. 82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ……. 83
СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА……. 85
ПРИЛОЖЕНИЕ А. (обязательное) – Перечень демонстрационных листов… 87

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЦЭ – автоцистерна эжекторная

АЦ – автоцистерна

ПЦ – прицеп – цистерна

ГОСТ – государственный стандарт

ДОПОГ – деларация о перевозке опасных грузов

ОУ – огнетушитель углекислотный

СУГ – сжиженный углеводородный газ

ГРП – гидравлический разрыв пласта

ППР – промывочно-продавочные работы

МАЗ – Минский автомобильный завод

КамАЗ – Камский автомобильный завод

ГАЗ – Горьковский автомобильный завод

ЗИЛ – завод имени Лихачёва

КПД – коэффициент полезного действия

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание

ТО – техническое обслуживание

СТО – сезонное техническое обслуживание

ПДК – предельно допустимая концентрация

ВВЕДЕНИЕ

В индустрии нефтяной промышленности специальный автотранспорт играет огромную роль. Одним из главных подвидов специального автотранспорта являются автоцистерны.

В современной промышленности область применения автоцистерн очень широка, но основными областями считаются: кратковременное хранение, транспортировка и дозированная выдача жидких продуктов [1].

По выполняемым функциям и назначению цистерны для нефтепродуктов подразделяются на транспортировочные и заправочные. Транспортировочные цистерны предназначены только для перевозки нефтепродуктов. Заправочные цистерны наряду с перевозкой осуществляют выдачу нефтепродуктов через специальные раздаточные системы в места предназначения.

В зависимости от сферы применения, каждый вид автоцистерны имеет свои конструктивные особенности. Определение конструктивных особенностей и их изготовление производится в строгом соответствии с требованиями ГОСТов и утвержденных нормативных документов. Причем подлежат регламенту не только габаритные размеры, грузоподъемность, механическая прочность и нагрузка на ось. Особое внимание уделяется безопасности перевозок в соответствии с ДОПОГ (Декларация о перевозке опасных грузов).

Автомобильные цистерны для транспортировки нефтепродуктов относят к специализированным автотранспортным средствам, на которых вместо кузова предусмотрена установка цистерны и специального оборудования. В основу шасси автомобильных цистерн применяются базовые модели грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов, которые предусмотрены типажом [3].

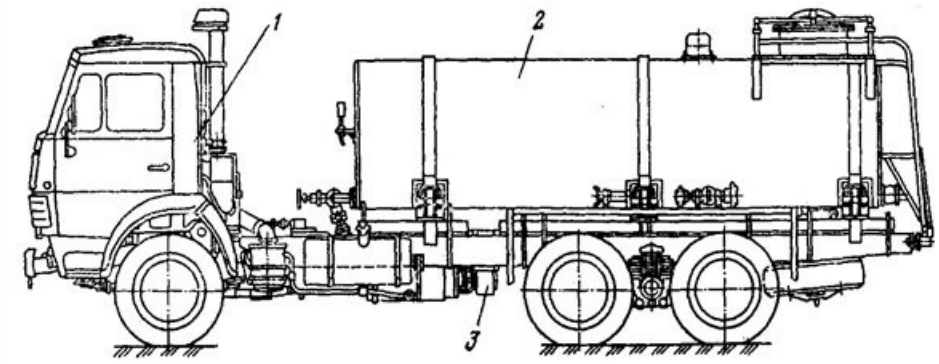
Производственные объекты, на которые доставляют жидкие продукты, часто расположены на большой территории, удалены от магистральных дорог, нередко находятся в труднодоступных местах. Исходя из этого, автоцистерны должны быть транспортабельными и оснащены необходимыми техническими средствами механизации работ. В настоящее время конструкции автоцистерн постоянно модернизируются для удобства, надежности, и, что является основным фактором, безопасности эксплуатации.

1 Оптимизация схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6

1.1 Обзор существующих конструкций аналогичного назначения агрегатов для транспортировки нефтепродуктов

1.1.1 Автоцистерна АЦ-10

Агрегат АЦ-10 (рисунок 1.1) смонтирован на шасси КамАЗ-53212. Он предназначен для транспортирования и кратковременного хранения неагрессивных жидких веществ с температурой, не превышающей плюс 80℃, а так же для подачи жидкости к смесительным и насосным установкам при проведении работ ГРП (гидравлический разрыв пласта), цементировании скважин и других ППР (промывочно-продавочных работах). Автоцистерна может эксплуатироваться в условиях умеренного и холодного климата, в макроклиматических районах [1].



1 – автошасси КамАЗ-53212; 2 – цистерна; 3 – насосный блок

Рисунок 1.1 – Автоцистерна АЦ-10

С помощью агрегата АЦ-10 предоставляется возможность реализовать следующие операции:

- наполнять собственную емкость смесью из совершенно другой цистерны (уровень жидкости должен быть не ниже уровня поверхности земли);

- подавать поток смеси (с замером ее числа) из собственной емкости на вход насоса с большим давлением насосной установки;

- перекачивать смесь из сторонней цистерны, исключая собственную емкость.

В оснащение цистерны входят: емкость (цистерна), насосный блок, манифольд, система заполнения насоса и управления коробкой отбора мощности, и иные дополнительные приспособления.

Конструкция цистерны - сварная, овального сечения, поделена волнорезом на две равные части. В задней верхней части емкости находится горловина, через которую, соответственно емкость заполняется, так же горловина выполняет функции люка-лаза с целью осмотра и проведения работ по ремонту. Поплавковый уровнемер расположен в верхней части емкости над задним отсеком.

Привод центробежного насоса работает от коробки передач автомобиля, через коробку отбора мощности, карданный вал и редуктор.

Манифольд – это система трубопроводов, которые составляют всасывающую и нагнетательную линии центробежного насоса [2].

Управление коробкой отбора мощности – пневматическое, производится из кабины автомобиля. Техническая характеристика АЦ-10 приведена в таблице 1.1.

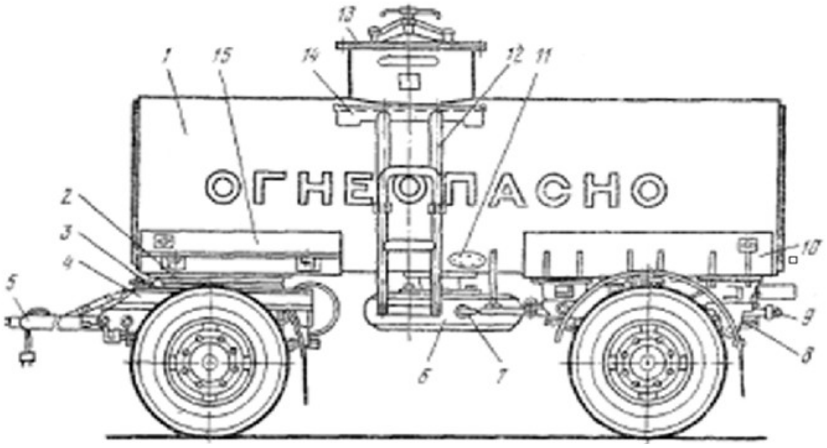
Таблица 1.1 – Техническая характеристика автоцистерны АЦ-10

Наименование	Значение
1 Монтажная база	Шасси автомобиля КамАЗ-53212
2 Вместимость цистерны, $м^3$	10
3 Наибольшая масса транспортируемой жидкости, т	9
4 Тип насоса	к 45/55
5 Подача насоса, дм/с	12,5
6 Время заполнения цистерны жидкостью, мин	15

7 Габаритные размеры автоцистерны, мм	8330х2500х2820
8 Масса автоцистерны, кг	9039

1.1.2 Прицеп – цистерна ПЦ-8-8350

Прицеп – цистерна ПЦ-8-8350 (рисунок 1.2) применяется для перевозки неагрессивных жидкостей (сырой нефти, глинистого раствора и др.), необходимых при промывочно-продавочных работах на объекте [1].



1 – цистерна; 2 – поворотное устройство; 3 – стопор поворотного устройства; 4 – поворотная тележка; 5 – дышло прицепа; 6 – запасное колесо; 7 – ручной тормоз; 8 – подвеска; 9 – сливной трубопровод; 10 – опора цистерны; 11 – фланец для подключения систем нижнего налива; 12 – лестница; 13 – крышка горловины; 14 – площадка; 15 – опора

Рисунок 1.2 – Прицеп – цистерна ПЦ-8-8350

Данный агрегат состоит из цистерны, манифольда, указателя уровня содержимого в емкости, дополнительного трубопровода, установленного на прицепе.

Цистерна – изготовлена в виде овального разреза, с единичной горловиной, находящейся в верхней задней части и под закрытой глухой крышкой, на которой есть сапун для сообщения внутренней полости с

атмосферой, а также откидная крышка для пополнения емкости от стояка. Емкость разделена волногасителем на два равных отсека, в ней также предусмотрен указатель для уровня поплавкового типа.

Трубопроводы манифольда оборудованы обязательной запорной арматурой, они завершаются гнездами конусов для соединения, при помощи рукавов, с насосом агрегата – тягача [2].

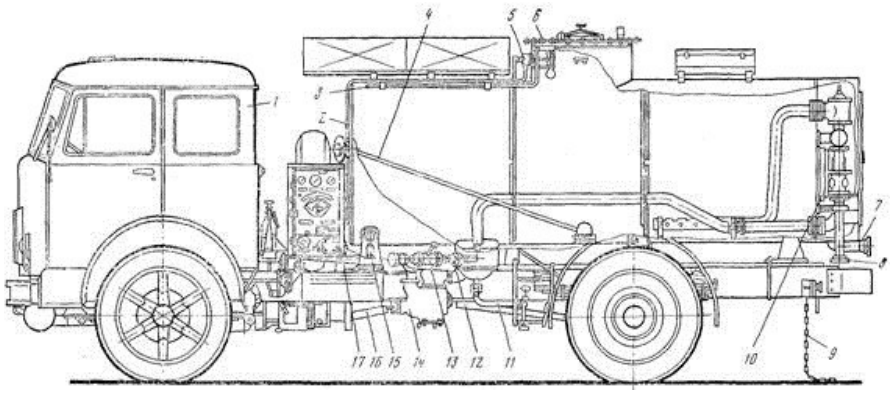
Дополнительный трубопровод состоит из гибких рукавов, которые входят в комплект агрегата – нагнетательного и всасывающего. Техническая характеристика ПЦ-8-8350 приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Техническая характеристика прицеп – цистерны ПЦ-8-8350

Наименование	Значение
1 Монтажная база	Прицеп ГКБ – 8350
2 Вместимость цистерны, $м^3$	8,3
3 Условный проход трубопроводов манифольда, мм:	
- всасывающего	100
- нагнетательного	50
4 Габаритные размеры прицепа – цистерны, мм	8290х2500х3040
5 Масса прицепа – цистерны (без груза), кг	5025

1.1.3 Автомобиль – цистерна АЦ-8-500А

Автомобиль – цистерна АЦ-8-500А (рисунок 1.3) применяется в условиях умеренного климата для перевозки светлых нефтепродуктов, плотность которых не превышает 0,86 $г/см^3$ [1].



1 – подготовленное шасси; 2 – цистерна в сборе; 3 – трубка; 4 – поплавковый указатель уровня; 5 – золотниковый кран с ограничителем наполнения; 6 – крышка горловины цистерны; 7 – патрубок для постоянной стыковки прицепа – цистерны; 8 – приемный патрубок; 9 – цепь заземления; 10 – шланг для выдачи нефтепродуктов; 11 – труба для слива отстоя; 12 – трубопровод в сборе; 13 – задвижка; 14 – насос СЦЛ-20-24а; 15 – заземляющее устройство; 16 – карданный вал; 17 – пульт управления

Рисунок 1.3 – Автомобиль – цистерна АЦ-8-500А

Данный агрегат можно использовать как транспортную меру в размере полной вместимости емкости, установленной при её калибровке. Техническая характеристика АЦ-8-500А приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Техническая характеристика агрегата АЦ-8-500А

Наименование	Значение
1 Шасси	МАЗ-500А
2 Габаритные размеры, мм	7075х2680х3100
3 Масса, кг	
- без загрузки	8320
- с загрузкой	15440
4 Эксплуатационная емкость цистерны, л	8000
5 Производительность системы, л/мин	500
6 Насос, тип/марка	Самовсасывающий центробежный/ СЦЛ-20-24а
7 Рукава (диаметр, длина, количество):	
- напорно-всасывающие	65х3х3
- раздаточные	50х9х1
8 Раздаточный кран, марка	РП-40
9 Время заполнения цистерны горючим своим насосам, мин	23
10 Время слива горючего из цистерны самотеком, мин	28

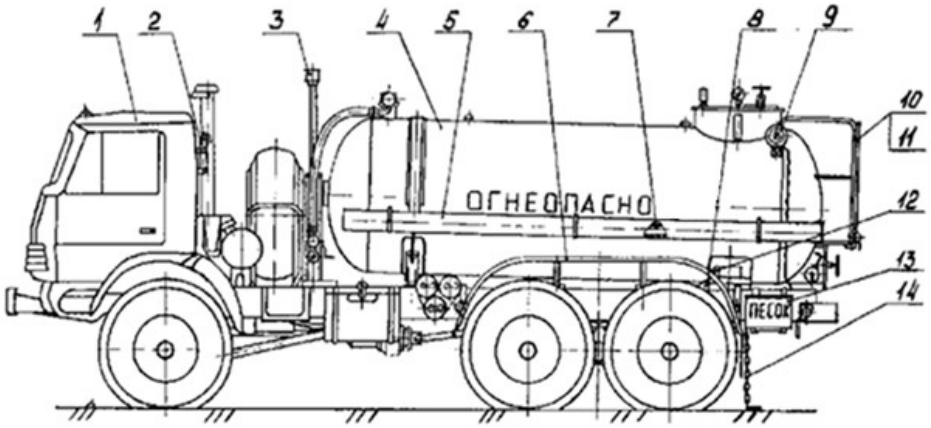
Индивидуальное - специальное оборудование, установленное на шасси транспортного средства МАЗ-500А, сложнее, чем у автомобилей - цистерн, которые рассматривали ранее. Оно состоит из: пневматической системы управления арматурой и насосом СЦЛ-20-24а; системы электрооборудования, которое гарантирует габаритное освещение, контроль за частотой вращения вала насоса и сигнализацию уровня критического налива емкости нефтепродуктами.

Для контроля уровня заполнения емкости применяется указатель уровня рычажно-поплавкового типа, у которого шкала размещена на переднем днище емкости. Наибольший уровень нефтепродуктов, заливаемых в емкость, контролируется при помощи угольника в горловине цистерны, а также применяется устройство которое ограничивает наполнение. На крышке, которая закрывает горловину емкости, размещён люк для залива жидкости с крышкой и два дыхательных клапана.

1.1.4 Автоцистерна АЦЭ-6,6

Агрегат АЦЭ-6,6 (рисунок 1.4) применяется для перевозки и сбора веществ, таких как: нефть, нефтепродукты, конденсат и прочих жидкостей (кроме СУГ). Упругость паров не должна превышать 350 мм. рт. ст. с поверхности земли, из углубленных ёмкостей и приямков, при учитывании неагрессивных технологических условий умеренного макроклиматического района по ГОСТ 16350-80 [1].

Климатическое исполнение – У, категория размещения-1 согласно ГОСТ 15150-69, при перепадах рабочей температуры окружающего воздуха от минус 40℃ до плюс 40℃.



1 – шасси автомобиля; 2 – огнепреградитель; 3 – система эжекции и выхлопа; 4 – цистерна; 5 – пенал; 6 – крыло; 7 – технологический рукав; 8 – упор; 9 – электрооборудование; 10 – площадка обслуживания; 11 – лестница откидная; 12 – устройство заземляющее; 13 – ящик для песка; 14 – цепь заземления

Рисунок 1.4 – Агрегат АЦЭ-6,6

Автоцистерна специализирована и предназначена для эксплуатации на нефтедобывающих предприятиях, и помимо этого на предприятиях других отраслей, которые связаны с перевозкой перечисленных выше жидкостей. Техническая характеристика АЦЭ-6,6 приведена в таблице 1.4.

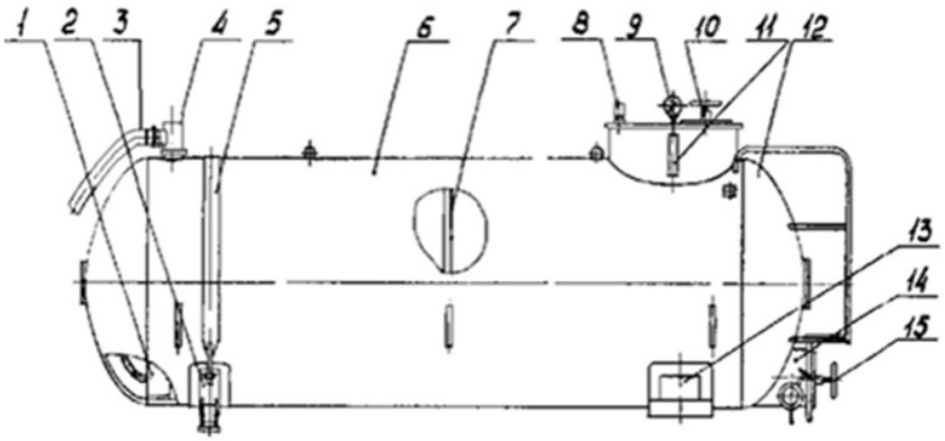
Таблица 1.4 – Техническая характеристика автоцистерны АЦЭ-6,6

Наименование	Значение
1 Монтажная база	шасси а/м КамАЗ-43101
2 Вместимость цистерны, $м^3$, не менее	6,6
3 Плотность продуктов, $т/м^3$, не более	1
4 Наибольшая масса транс-ой жидкости, кг	6000
5 Способ заполнения цистерны	вакуумный или наливом через люк горловины
6 Величина вакуума в цистерне, МПа, до	0,05

7 Максимальное давление в цистерне по настройке предохранительного клапана, МПа	0,067
8 Опорожнение цистерны	самотёком
9 Время заполнения или слива жидкости из цистерны, мин., не более	25
10 Технологические рукава, кол.:	
- Dвн. = 100 мм, L = 4,32 м	2
- Dвн. = 50 мм, L = 4,09 м	1
11 Масса агрегата, кг, не более:	
- комплекта	9200
- полная	15635
12 Габаритные размеры, мм, не более:	
- длина	7950
- ширина	2500
- высота	3200
13 Срок службы, лет	9

Автоцистерна является комплексом монтажного навесного оборудования, которое монтируется на шасси автомобиля КамАЗ-43101 [2].

Данная цистерна (рисунок 1.5) применяется для размещения в ней перевозимой жидкости.



1 – указатель уровня; 2 – опора передняя; 3 – рукав; 4 – колпак; 5 – хомут;

6 – обечайка; 7 – перегородка; 8 – клапан предохранительный;
9 – мановакуумметр; 10 – крышка наливного люка; 11 – окно смотровое;
12 – днище; 13 – опора передняя; 14 – зачистной люк;
15 – крышка зачистного люка

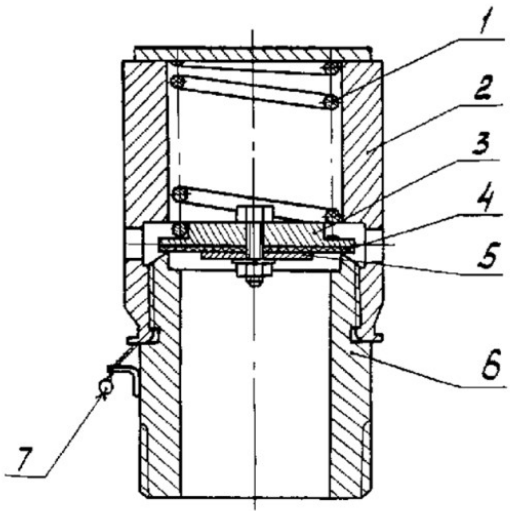
Рисунок 1.5 – Цистерна

Цистерна представляет из себя ёмкость, состоящую из цилиндрической обечайки 6 и двух днищ элептического типа 12. Внутри емкости так же установлены две сегментообразные перегородки 7, целью которых является разрезка волн. Горловина находится в задней части емкости, с вырезанным смотровым окном 11 для контроля уровня заполнения цистерны. На крышке горловины находится наливной люк, крышка 10 которого откидывается, и клапан предохранительный 8, а так же мановакуумметр 9.

Патрубок с фланцем расположен на фронтальной части емкости, закрытый колпаком 4, на который установлен рукав 3. Через штуцер обратного клапана с помощью рукава гибкого, емкость соединена с системой эжекции и выхлопа 3 (рисунок 1.4). Для удобства обслуживания ёмкости, имеется площадка 10. Для того, что бы подняться на площадку, применяется откидная лестница 11.В днище, расположенном сзади емкости ,устанавливается люк для зачистки 14 (рисунок 1.5) с откидывающейся крышкой 15, через него производится зачистка полостей внутри ёмкости. Люк соединяется с приёмно-выдающим патрубком, который расположен по ходу движения с левой стороны агрегата, и в свою очередь к которому через задвижку и переходник подсоединяется всасывающий рукав.

Ёмкость, на шасси автомобиля, монтируется на три опоры. Фронтальная опора 2 ёмкости закреплена на лонжеронах шасси стремянками и сделана в виде ложемента. Так же, через деревянные подкладки, ёмкость притянута к этой опоре хомутом 5. К обечайке ёмкости приварены задние опоры 13.Предохранительный клапан используется для поддержания давления в

цистерне, не превышающего установленного уровня. Устройство клапана показано на рисунке 1.6.



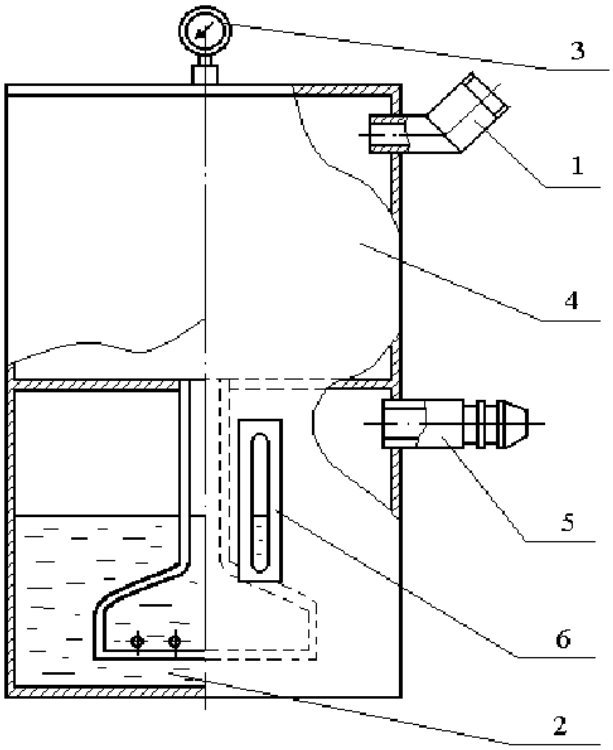
1 – пружина; 2 – корпус; 3,5 – шайбы; 4 – прокладка; 6 – штуцер;
7 – пломба

Рисунок 1.6 – Предохранительный клапан

Давление, на которое настроен клапан равно (0,065±0,002) МПа. Настройка выполняется за счёт регулировки усилия пружины 1 при вращении корпуса 2 относительно штуцера 6. При превышении давления паров и жидкости выше настроенного давления (например, вследствие нагрева жидкости) шайба 3 поднимается и толкает пружину 1, за счет этого полость секции ёмкости, через отверстия в корпусе 2, начинает сообщаться с атмосферой и давление выравнивается. После настройки на клапан пломбируется пломбой 7.

Гидрозатвор (рисунок 1.7)системы состоит из резервуара 4, разделенного перегородкой и используется для обеспечения пожаро-взрыво-безопасности эжектора, так как в емкости могут возникать огнеопасные пары от нефтепродуктов.

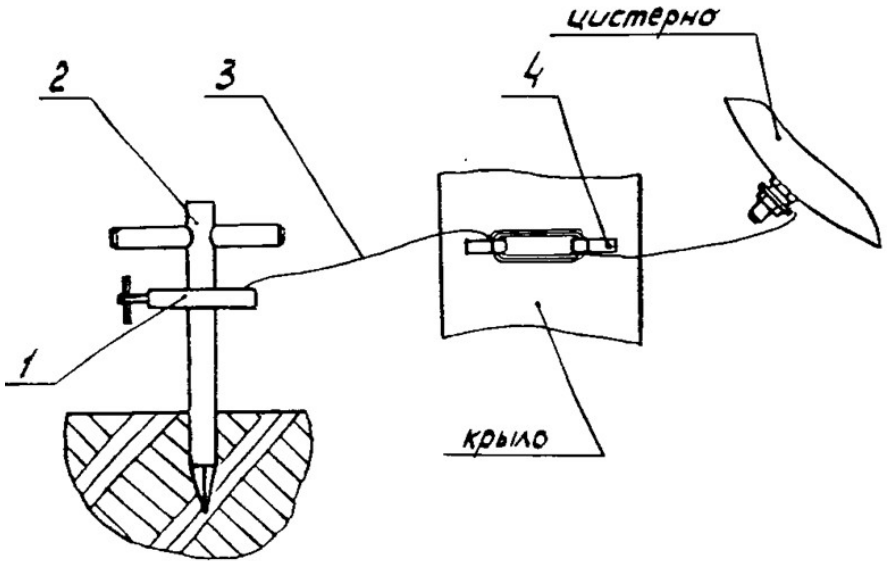
В тёплое время года в качестве затворной жидкости 2 применяется вода, а в холодное время года – огнестойкая незамерзающая жидкость. Она заливается в гидрозатвор по указателю уровня 6.



1 – труба приёмная; 2 – жидкость затворная; 3 – мановакуумметр;
4 – резервуар; 5 – штуцер; 6 – указатель уровня

Рисунок 1.7 – Гидрозатвор

При заливе или сливе жидкости для отвода статического электричества автоцистерну оборудуют заземляющим устройством (рисунок 1.8).



1 – струбцина; 2 – костыль; 3 – трос; 4 – хомут

Рисунок 1.8 – Заземляющее устройство

Заземляющее устройство включает в себя костыль 2 и трос 3 диной примерно 10 м, который при помощи струбцины 1 присоединяется к костылю или заземляющей сетке. При транспортировке костыль укладывают под площадкой обслуживания, а трос наматывается по хомутам 4 на левом крыле агрегата. Ещё одним заземляющим устройством, с целью отвода статического электричества в движении, обладает агрегат - это цепь походного заземления, которая присоединяется к корпусу емкости при помощи неразъёмного соединения и во время движения отводит статическое электричество в землю.

1.2 Анализ работы автоцистерны АЦЭ-6,6

1.2.1 Исследование по работе агрегата при эксплуатации

Автоцистерна АЦЭ-6,6 собрана и оборудована на шасси машины КамАЗ-43101, который является вездеходом, то есть наличие у него колесной формулы 6х6 и более расширенным радиусом, а также широким протектором, что соответственно даёт более высокую проходимость по бездорожью, в сравнении с другими рассмотренными агрегатами [1].

Агрегат АЦЭ-6,6 обладает системой эжекции, которая в свой черед применяется в как насосная установка для заполнения емкости, тогда как агрегаты, рассмотренные выше применяют центробежные насосы или используют насосы из вне.

При рассмотрении работоспособности агрегата АЦЭ-6,6 во время эксплуатации, были обнаружены такие факторы:

1) Шасси КамАЗ-43101 с колёсной формулой 6х6 дают хорошую проходимость установке через снежные заносы глубиной до 50 – 60 см, легко преодолевая и углы наклона до 20°. Нарушений и неисправностей за время работы выявлено не было [3].

2) Емкость агрегата объёмом $6{,}6\ м^3$ дает возможность на полную использовать грузоподъёмность, предусмотренную шасси (7860 кг) во время перевозки жидкостей с удельным весом $1\ кг/см^3$, а уплотнение люков, рукавов, , манометров, уровнемеров, гарантировали необходимую герметичность при заполнении (сборе) и транспортировке нефтепродуктов. Эксплуатация и герметичность вентиля и задвижек нареканий не вызывает. Показания поплавкового уровнемера соответствуют объективным значениям заполняемой емкости. Лишь один раз наблюдалось как поплавок завис в верхнем положении. При сливе жидкости через задний люк происходило обливание заднего прицепного устройства (фаркопа) сливаемой жидкостью. Слив жидкости через рукав, диаметром 75 мм выполняется за время, занимающее около 25 минут и зависит от консистенции транспортируемой жидкости (вода-5 минут, 25 минут - мазут). Открытый во время слива задний люк позволяет производить ускоренный слив вязкой парафинированной нефти.

3) Эжекторное устройство во время произведенных испытаний не дало отказов и за довольно короткое время (5 минут) обеспечивало в пустой емкости разряжение вплоть до 0,06 МПа и заполнение емкости в течении 25 минут с глубины всасывания до 3,5 м от опорной поверхности. В последствии определенного времени использования возникало заедание переключателя в нижнем положении, что было связано с закоксованностью корпуса и зоны переключателя примесями жидкости, в связи с чем требовалась разбора и чистка самого переключателя [4].

4) Для обеспечения безопасности работ используется гидрозатвор В качестве жидкости заливаемой в гидрозатвор применялся 25 % раствор соли (при минус 20℃) или вода в теплое время года. Во время испытаний вспышек и хлопков не наблюдалось.

5) Соответствующие размеры (длина и диаметр) рукавов дают возможность выполнять весь требуемый объем работ, который необходим на промыслах. Все же, необходимо увеличить герметичность, а так же практичность компоновки рукавов, с емкостью, и между собой. Запирание труб с целью укладки рукавов неудобно при обслуживания, особенно в зимнее время, так как рукава становятся очень жесткими.

6) Распределение всей массы агрегата входит в рамки нагрузок характеризующие шасси (нагрузка на ось не более 6 тонн.). Угол обзора с кабины, вид через зеркала и окна соответствует стандартам.

Данный агрегат произведен на высоком конструктивном и исполнительном уровне, несет в себе хорошие эксплуатационные характеристики и отвечает требованиям, которые представлены в техническом задании. Но не смотря на это, в конструкции агрегата были обнаружены определенные недочеты, которые способны повлиять на работоспособность.

В работе гидрозатвора при его эксплуатации были обнаружены следующие недостатки:

1) Отсутствие отверстия необходимого размера для заливки раствора.

2) Использование уровнемера в качестве замера уровня жидкости, а так же применение прозрачной жидкости является неудобным (необходимо рассмотрение улучшенной индикации уровня жидкости).

3) В процессе снижения уровня жидкости ниже номинального и её бурления из гидрозатвора происходит выброс жидкости.

Есть так же несколько недостатков в системе газо-воздушной смеси цистерны:

1) В разряжаемую полость емкости, через линию вакуумирования, поступает воздух, в результате чего из сливного патрубка происходит обратный слив жидкости. Произойти это может при аварийном или же преднамеренном прекращении работы эжектора.

2) Эжекторный насос и его переключатель располагаются по правую сторону агрегата, что приносит неудобства во время использования агрегата.

1.2.2 Особенности работы оборудования при эксплуатации

Автоцистерна АЦЭ-6,6 часто применяется в условиях отсутствия нормальных дорог (бездорожье), следовательно, оборудование агрегата постоянно испытывает значительные вибрационные и ударные нагрузки, в связи с чем происходит досрочный выход его из строя. Особенно стоит уделять внимание новым агрегатам, в период их начального использования. В этот момент во всех механизмах, системах технологического оснащения происходит притирка или приработка трущихся поверхностей, прослабление резьбовых соединений, в связи с этим дальнейшая бесперебойная эксплуатация оборудования зависит от того, насколько отлично приработались его детали, как своевременно проводилось техническое обслуживание агрегата..

При эксплуатации агрегата важно проявлять интерес к ёмкости, так как от ее состояния зависит качество перевозимого нефтепродукта и доставки его к месту назначения. Главной задачей при осмотре емкостей, является целостность сварных соединений, а так же проверка днищ на протечки нефтепродуктов. Наличие вмятин и трещин, а также царапин в емкости не

допустимо. Периодически необходимо осматривать: трубопроводы ведущие к емкости, узлы для крепления волнорезов, ограничители, указатели уровня,. Особенно тщательно следует проверять крепление емкости к шасси автомобиля, поскольку ослабление крепления или его слом может привести к поломке как емкости, так и базового шасси. С целью сохранности свойств транспортируемых нефтепродуктов необходимо постоянно следить за качественным состоянием покрытия на внутренних поверхностях емкости и производить своевременный ремонт.

С целью поддержания насоса автоцистерны в рабочем состоянии, важно регулярно проверять на герметичность, всасывающую магистраль, а так же соответствие числа оборотов двигателя агрегата. Необходимо проводить своевременную замену деталей, которые подвержены износу , следить, чтобы отсутствовали резкие перегибы на всасывающем и напорном рукавах, а также контролировать регулировку предохранительного клапана [1].

Особенностью работы при эксплуатации указателя уровня является то, что постоянно следует осуществлять контроль точности его показаний. Осуществление контроля точности происходит благодаря образцам мерников или метрштока, который заранее оперирован. Показания указателя уровня могут быть не совсем точными, это происходят из-за пробоев в поплавке, которые приводят к попаданию нефтепродукта в поплавок. Вследствие чего меняется исходный вес поплавка и возникает вероятность неточности в показаниях уравнемера.

Эксплуатация ограничителя и сигнализаторов наполнения характеризуется особенностью, заключающейся в том, что их неисправность может привести к переливу жидкости и разрушению рукавов, емкости, насоса при заполнении автоцистерны нефтепродуктами. На агрегате используется ограничитель поплавкового типа также как и на указателях уровня. Главной задачей поэтому является сохранение целостности поплавка.

Бережное отношение и использование при эксплуатации рукавов, так же является важной особенностью. При завершении работы рукава надо аккуратно

уложить в ящики и предназначенные для этого пеналы. Категорически запрещается бросать рукава и ходить по ним. Для предохранения от попадания загрязнения в рукава, на них необходимо устанавливать заглушки. По окончанию сливных или наливных работ, с внутренней части рукавов должен быть произведен слив нефтепродуктов. При не убранных на места хранения рукавах, после окончания работ, передвижение автоцистерны запрещается.

При эксплуатации запорной арматуры не допустимым является присутствие в ней зазоров, неисправностей, разгерметизации соединений, эти факторы могут послужить причиной к количественным потерям нефтепродуктов. Из этого следует вывод, что прежде чем приступать к выполнению операции по наполнению емкости нефтепродуктами, перекачке и иных действий, надо удостовериться в исправном состоянии всех вентилей, задвижек, а так же работоспособность клапанов. На автоцистернах, оборудованных пневматическими системами, следует проверять наличие возможных утечек воздуха из системы трубопроводов.

Перед началом движения агрегата (выездом или по возвращении на предприятие) из емкости необходимо производить слив нефтепродукты, находящихся в ней, в отстойник. В случае, если при произведении слива из отстойника, в нем будет наблюдаться большое количество механических примесей, то следует производить повторную операцию слива до тех пор, пока из отстоя не будет выходить чистая жидкость.

Работать на автоцистерне с поврежденными контрольно-измерительными приборами запрещено. Соответственно, запрещается производить рабочие операции на агрегате с частично не рабочими, не опломбированными, отключенными контрольно-измерительными приборами, и применять контрольно-измерительные приборы которые не соответствуют по своим характеристикам схемам, и не обладающими формуляром и паспортом.

1.2.3 Анализ неисправностей агрегата

Неисправности технологического оборудования агрегата АЦЭ-6,6 и способы их устранения представлены в таблице 1.5 [1, 3].

Таблица 1.5 – Возможные неисправности агрегата АЦЭ-6,6

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
По емкости		
Пропуск нефтепродуктов по сварным швам	Трещины в сварных швах	Проварить швы
Из отстойника цистерны нефтепродукт не сливается	Засорен отстойник или трубопровод	Слить нефтепродукт из цистерны, продуть трубопровод сжатым воздухом
	Произошло замерзание воды в отстойнике	Прогреть отстойник и сливной трубопровод паром или горячей водой
Происходит загрязнение нефтепродукта при транспортировке	Нарушено покрытие внутреннее поверхности цистерны	Слить нефтепродукты, очистить, промыть и отремонтировать цистерну
Произошло загрязнение внутренней полости емкости	Был транспортирован грязный нефтепродукт	Слить нефтепродукты, тщательно очистить и промыть внутренние стенки и полости емкости
	Была проведена открытая заправка нефтепродукта в запыленных условиях	
По указателю уровня жидкости		
Поплавок указателя уровня нефтепродукта не всплывает	Не герметичность поплавка	Снять и запаять место протекания поплавка, предварительно выпарив из него нефтепродукт, или заменить поплавок
	Неисправность в карданных шарнирах или в месте уплотнения выхода оси в показывающих прибор	Устранить причину заедания
Стрелка указателя уровня перемещается рывками при наполнении или сливе нефтепродукта из цистерны	Повредились втулки в кинематических парах, погнута тяга	Заменить втулки, выровнять тягу
Стрелка указателя уровня не перемещается при	Ослаблено крепление стрелки	Подтянуть гайку и винт крепления стрелки меры

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
наполнении или сливе нефтепродукта из цистерны		
Нефтепродукт попал под стекло указателя уровня	Прослаблен или износился сальник	Слить нефтепродукты из цистерны, демонтировать стекло, стрелку и заменить или подтянуть сальник
Течь нефтепродукта в месте выхода оси указателя уровня	Прослаблена подтяжка сальниковой набивки	Подтянуть или заменить сальниковую набивку
По ограничителю наполнения		
Когда наполняется цистерна, срабатывает ограничитель наполнения раньше или позже заданного уровня	Не отрегулирован ограничитель уровня	Заменить и отрегулировать ограничитель уровня
При наполнении цистерны ограничитель наполнения не срабатывает	Поплавок датчика ограничителя наполнения протекает	Отрегулировать поплавок или заменить его
При сливе нефтепродуктов из цистерны в компенсационном бачке остается нефтепродукт	Заедает клапан относительно корпуса или поплавок относительно направляющей	Устранить заедание клапана или заменить клапан
По дыхательным клапанам		
Давление (разрежение) в цистерне отличается от допустимого значения	Дыхательный клапан неисправен	Заменить или отрегулировать дыхательный клапан
При движении автомобильной цистерны происходит выплескивание нефтепродукта через дыхательный клапан	Между уплотняющими кольцами клапана попал посторонний предмет	Прочистить и устранить неисправность или заменить клапан
	Повреждено резиновое уплотнение	Заменить резиновое уплотнение
	Отсутствует защитный диск	Установить данный диск
По рукавам и катушке напорного рукава		
Течь нефтепродукта сквозь рукав	Прокол, повреждение рукава	Наложить пластырь на прокол и замотать изоляционной лентой или заменить рукав
Течь нефтепродуктов из-под торцевого уплотнения катушки	Прослаблены болты затяжки торцевого уплотнения	Подтянуть болты, при этом барабан катушки должен вращаться без сильного сопротивления

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
	Разрушились сальники	Заменить сальники
Происходит заедание при наматывании или разматывании рукава	Сильно затянуто торцевое уплотнение	Ослабить натяжку торцевого уплотнения так, чтобы не было течи нефтепродукта
	Отсутствие смазки в подшипниках	Смазать подшипники
По электрооборудованию		
Измеритель тахометра не исправен	Обрыв или короткое замыкание в соединительных проводах между измерителем и датчиком тахометра	Прозвонить электропроводку и устранить неисправность
Не горит лампа освещения кабины управления а так же другие контрольные лампы	Перегорел предохранитель	Заменить предохранитель
	Перегорела лампа	Заменить лампу
	Неисправна электропроводка	Проверить электропроводку и устранить неисправность
Не срабатывает автоматическое отключение насоса при наличии воды в отстойнике	Отказал в работе сигнализатор о наличии воды	Отремонтировать или заменить сигнализатор
	Нет контакта в проводке	Восстановить контакт
При срабатывании сигнализатора уровня срабатывает звуковая и световая сигнализации (цистерна пустая)	Провод датчика сигнализатора уровня отключен или поврежден	Устранить неисправность в проводке
	Неисправность в реле	Надо заменить реле
	Отказал в работе один из резисторов моста	Надо заменить резистор
При сливе нефтепродукта из емкости на пульту управления не включается лампочка ограничителя наполнения	Произошло заедание золотникового крана ограничителя наполнения	Разобрать кран и произвести его смазку
Не включается счетчик часов работы верхнего оборудования	Отсутствует электро-контакт в штепсельных разъемах	Восстановить контакт в разъемах

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
	Произошел отказ в работе сигнализатора в цепи пусковой обмотки счетчика	Найти и устранить причину отказа сигнализатора давления
По контрольно-измерительным приборам и запорной арматуре		
Течь нефтепродукта с коробки	Ослабление коробки или прижимающей гайки	Подтянуть коробку и прижимающую гайку
Течь нефтепродукта из-под сальника шпинделя трубопровода слива	Износилась сальниковая набивка	Заменить сальниковую набивку
Происходит течь нефтепродукта из патрубка при закрытом клапане	Загрязнение или засорение клапана	Необходимо заменить клапан или промыть и притереть клапан по гнезду
Цистерна заполняется, но при этом мановакуумметр (МВ1 или МВ2) не показывает разряжение	Засорился ниппель	Снять мановакуумметр, прочистить ниппель
	Неисправность мановакуумметра	Заменить на исправный мановакуумметр
Стрелки манометров и мановакуумметров неподвижны при наполнении или сливе нефтепродукта из цистерны	В переходниках засорилось дросселирующее отверстие, установленные на штуцерах манометров и мановакуумметров	Произвести продувку переходников сжатым воздухом и промыть

1.3 Обоснование основных параметров автоцистерны АЦЭ-6,6

Основным элементом в системе агрегата является эжекторный насос, он выполняет основную функцию (выкачку газо-воздушной смеси из цистерны).

Характер работы эжектора зависит от упругости паров и вязкости нефтепродуктов (рисунок 1.9). Не учитывать упругость паров нефтепродуктов при использовании эжектора как вакуум-насоса - особенно опасно. Основным физическим показателем работы эжектора является передача энергии потока рабочего газа, обладающего большей скоростью (или большей удельной

энергией), потоку подсасываемого (эжектируемого) газа с меньшей удельной энергией, в результате чего энергия рабочего газа уменьшается, а подсасываемого увеличивается [4].

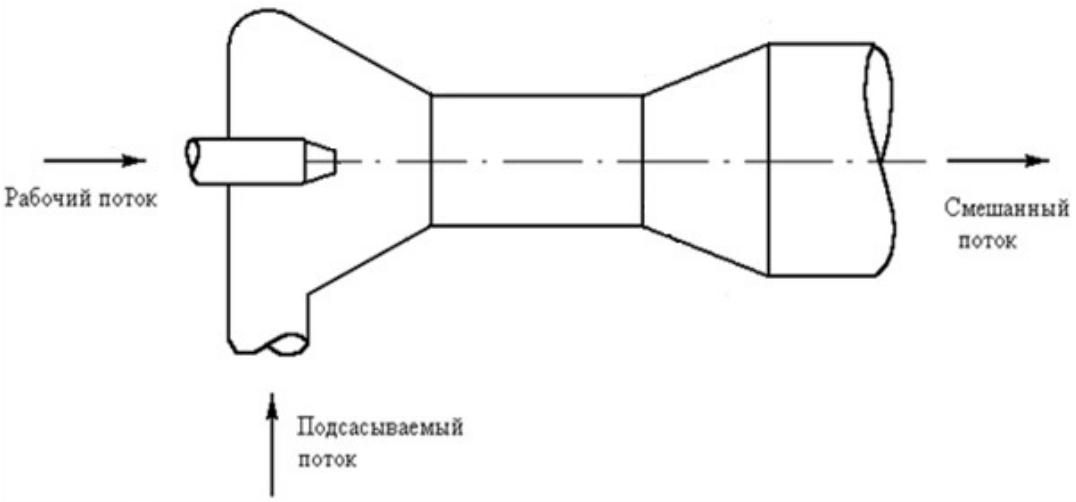


Рисунок 1.9 – Схема устройства эжектора

Процесс передачи энергии происходит следующим образом. Рассмотрим процесс перекачки при помощи рабочей жидкости.

Свободные потоки струй, как показывает опыт, теряют устойчивость, при переходе из ламинарного состояния в турбулентное при числе Рейнольдса Re = 20-30 (число Рейнольдса определяется по диаметру сопла на выходе). Исходя из этого, струя рабочей жидкости, которая проходит через сопла эжектора, в основном всегда является турбулентной, с хаотическим движением вихревых масс. Потому как струя не ограничена никакими твёрдыми стенками (свободная струя), то вихревые массы в своём хаотическом движении могут покидать её пределы. Благодаря чему они переносят в окружающую жидкость свой запас количества движения. На место сгустков, которые выбыли из струи, из окружающей жидкости проникают частицы, у которых запас количества движения гораздо меньший, чем у частиц струи. Естественно, что, попав в струю, они подтормаживают её граничащие слои и, наоборот, в окружающую

струю жидкость, попадают быстрые сгустки, и при этом начинают увлекаться вслед за струёй (рисунок 1.10).

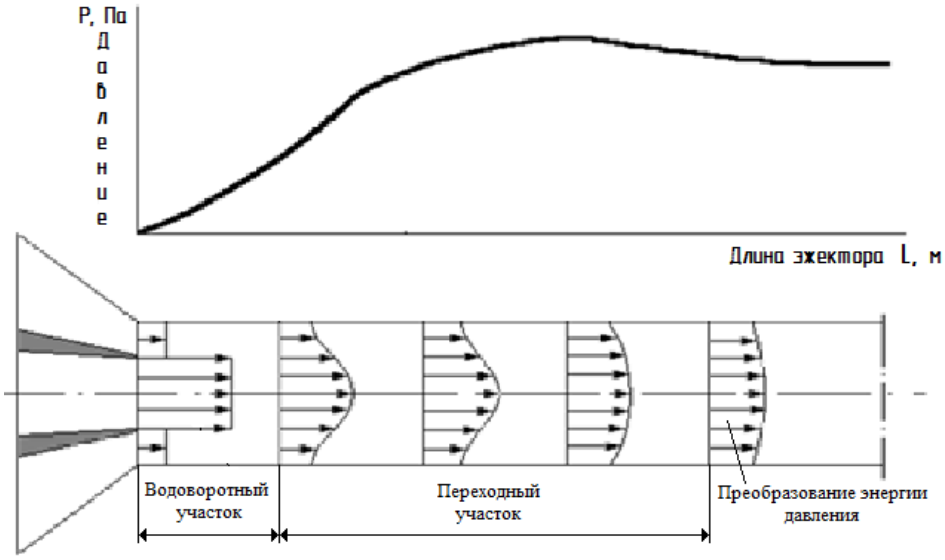


Рисунок 1.10 – Перемешивание жидкостей в эжекторе

После окончания процесса перемешивания, создаётся максимальное значение давления, но затем начинает уменьшаться вследствие того, что постоянно увеличивающееся, за счёт всё более пологого профиля скоростей давление, более не может компенсировать уменьшение давления, которое вызывается гидравлическим сопротивлением. И учитывая эти обстоятельства, эжекторы конструируют таким образом, чтобы полное смешение жидкостей заканчивалось в выходном сечении камеры смешения. Если же длина камеры перемешивания будет меньше чем необходимо, то потоки не будут успевать смешиваться полностью в данном цикле, и окончательное перемешивание их в диффузоре будет резко сказываться на КПД эжектора; в камере смешения с большей длиной, соответственно появляются дополнительные потери на трение, что также негативно сказывается на КПД эжектора.

Как и все насосы, эжектор тоже обладает рабочими характеристиками. В основном их строят в безразмерных координатах [5]

$$\frac{\Delta P_C}{\Delta P_P} - U, \qquad (1.1)$$

где ΔP_C – перепад давлений, который восстанавливает эжектор, $МПа$;

$$\Delta P_C = P_C - P_H, \qquad (1.2)$$

ΔP_P – перепад давлений, пропадающий в эжекторе, $МПа$;

$$\Delta P_P = P_P - P_H, \qquad (1.3)$$

где P_C – давление на выходе эжектора, $МПа$;

P_P – давление рабочей жидкости перед соплом, $МПа$;

P_H – давление подсасываемого потока на выходе в эжектор, $МПа$;

U – коэффициент подмешивания;

$$U = \frac{Q_O}{Q_P}, \qquad (1.4)$$

где Q_O – расход подсасываемой жидкости, $м^3/ч$;

Q_P – расход рабочей жидкости, $м^3/ч$.

Используя типовую характеристику можно определить влияние различных факторов на работу эжектора, такая схема представлена на рисунке 1.11.

Например, при не меняющихся давлениях рабочего и подсасываемого потоков ($P_P = idem$, $P_H = idem$) будет менятся сопротивление на выходе эжектора P_c. Значит при увеличении P_c, так же увеличивается $\Delta P_c = P_c - P_H$,и рабочая точка у эжектора смещается по характеристикам вверх. Данное действие соответственно приводит к уменьшению коэффициента перемешивания, то есть к меньшей производительности эжектора. Аналогично, при уменьшении сопротивления на выходе, коэффициент перемешивания увеличивается.

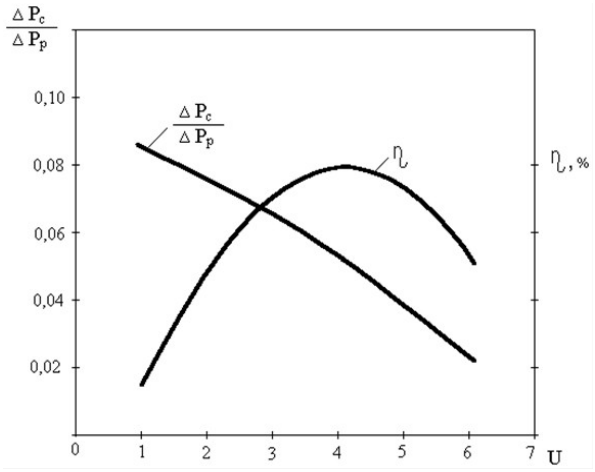


Рисунок 1.11 – Характеристика эжектора

С увеличением давления перед соплом происходит увеличение расхода жидкости, следовательно, данное действие вызывает увеличение расхода подсасываемой жидкости, за счёт чего происходит снижение давления в приёмной камере. Так как расход на выкиде эжектора возрос, а размеры выкидной линии остались неизменными, то за счёт увеличившегося гидравлического сопротивления выкидной линии так же увеличивается и давление на выкиде эжектора. Сложившиеся взаимосвязанные изменения всех параметров и вызывают изменения в режиме работы эжектора.

При неизменных значениях расходных коэффициентов, характеристика эжектора зависит только от отношения площадей f_3/f_2 (f_2 – это площадь сопла рабочей жидкости; f_3 – это площадь камеры смешения) и не зависит от абсолютных размеров аппарата. Эжекторы геометрически подобные (наиболее существенно при этом одинаковое отношение площадей f_3/f_2), а так же те которые работают на одинаковых жидкостях, имеют вполне одинаковые характеристики. Эжектор, при таких размерах может работать в широких диапазонах коэффициентов подмешивании U.

Формула определения КПД эжектора [5]

$$\eta = U \cdot \frac{\Delta P_C}{\Delta P_P}. \qquad (1.5)$$

По характеристикам эжектора, кривая значений КПД, строится перемножением значений U и $\Delta P_c / \Delta P_p$, которые соответствуют каждой рабочей точке (рисунок 1.11). Она так же показывает, что с наибольшей эффективностью эжектор будет работать лишь на одном из всевозможных режимов - оптимальном.

Например (рисунок 1.11),если эксплуатация эжектора будет происходить в диапазоне коэффициентов подмешивания от 3 до 5, то коэффициент полезного действия уменьшится лишь на 8 % от максимального.

1.4 Обоснование оптимального режима работы агрегата

В автоцистерне АЦЭ-6,6, для отбора газо-воздушной смеси из емкости, предлагается оптимизация конструкции системы:

-гидрозатвор, который работает на жидкости, поменять на огне-преградитель сухого типа;

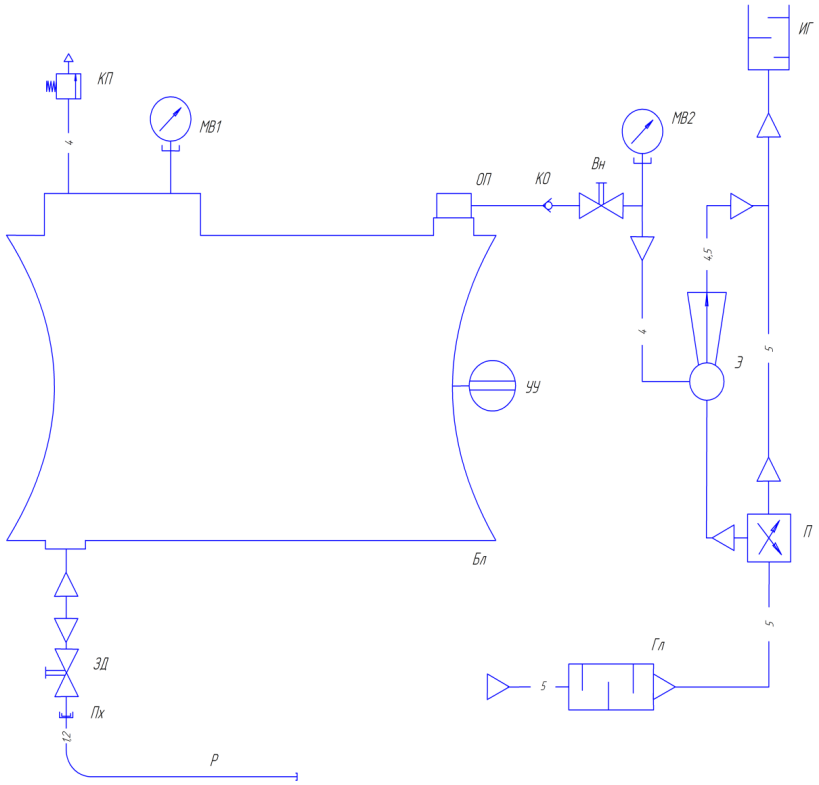
- с целью сбережения вакуума в емкости, установить обратный клапан между затвором и вентилем, в случае отсутствия вакуума может произойти остановка или понижение оборотов двигателя, приводящего к остановке либо некачественной работе эжекторного насоса;

- переключатель эжекторного насоса необходимо переместить на левую сторону автоцистерны, а точнее, на правой стороне автоцистерны установить рычаг, с целью переключения, к которому установить тягу, присоединённую другим концом к переключателю эжектора.

Рассмотрев существующие конструкции огнепреградителей, выберем наиболее простой и надежный.

Главной целью сухих огнепреградителей является ликвидация огня в нешироких каналах, поэтому, в связи с концепцией распространения огня, происходят потери тепла из области протекания реакций к стенкам канала.

Поэтому, чем теснее канал, по которому распространяется огонь, тем больше его поверхность, которая приходится на единицу массы горючей смеси, а следственно, и большие потери тепла от области протекания реакции [6]. В каналах, размеры которых доходят до определенной критической величины, потери тепла сильно сокращают скорость огня, в следствии чего последующее его распространение становится невозможным. Структурная комбинированная схема агрегата АЦЭ-6,6 показана на рисунке 1.12.



1 – нефть, конденсат; 2 – вода; 4 – смесь газовоздушная; 5 – газы выхлопные; Бл – цистерна; Вн – клапан (вентиль); Гл – глушитель шума; Зд – задвижка клиновая; ИГ – искрогаситель; КО – клапан обратный; КП – клапан предохранительный; МВ1 – мановакуумметр радиальный; МВ2 – мановакуумметр осевой; ОП – огнепреградитель; П – переключатель; Пх – переходник; Р – рукав; УУ – указатель уровня; Э – эжектор

Рисунок 1.12 – Схема агрегата АЦЭ-6,6 структурная комбинированная

Влияние огнепреградителя на детонационный огонь состоит в уничтожении фронта ударной волны в нешироких каналах его дроблении и дальнейшем гашении огня, благодаря большой потери тепла.

Качественная работа огнепреградителя в большей степени зависит от диаметра гасящих каналов и не очень сильно зависит от их длины. Длину каналов принимают во внимание в тех случаях, когда через огнепреградитель должно проходить большое количество продуктов сгорания при высокой температуре, так как есть угроза того, что из-за сильного нагрева может вспыхнуть горючая смесь с иной стороны огнепреградителя. С целью локализации детонационного горения огнепреградители должны быть сконструированы с огромной механической прочностью, так как при детонации происходит кратное увеличение давления в несколько раз, а возникающая ударная волна имеет огромную разрушительную силу.

По виду огнепреграждающего элемента сухие огнепреградители классифицируют[7]:

- с посадкой из гранулированных материалов;
- кассетные, с прямыми каналами (рисунок 1.13);
- сетчатые;
- из металлических волокон и металлокерамики.

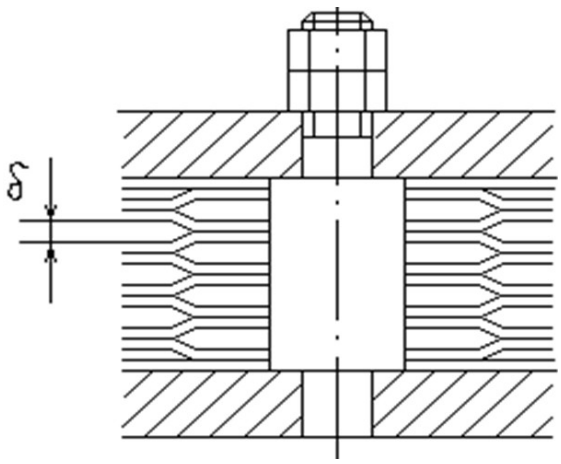


Рисунок 1.13 – Схема огнепреградителя с расположенем пластин

Рассмотрев различные конструкции видов огнепреградителей, выберем огнепреградитель кассетного типа, так как в этом огнепреградителе малы потери напора газо-воздушной смеси, имеется наибольшая длина каналов и простота в конструкции. Кассетный огнепреградитель состоит из корпуса, в внутреннем пространстве которого находится огнепреграждающая кассета, которая состоит из плоских и гофрированных металлических лент, которые в свою очередь плотно свиты в рулон таким образом, что в нём образуются вертикальные узкие каналы. Одним из видов огнепреградителей такого типа можно считать пластинчатый огнепреградитель. Кассета данного огнепреградителя представляет собой пакет, состоящий из плоских параллельных металлических пластин, со строго определённым расстоянием между ними.

1.5 Расчеты на прочность и долговечность

1.5.1 Расчёт огнепреградителя на гасящую способность

Основой расчёта гасящей способности сбросных огнепреградителей с сухим огнепреграждающим элементом строят на постоянстве критерия Пекле Ре на переделе гашения пламени. Критерий Пекле для данного типа огнепреградителя и данной горючей смеси определяют по формуле [8]

$$Pe = \frac{U_H \cdot \delta_P \cdot C_P \cdot P}{R \cdot T \cdot \lambda}, \qquad (1.6)$$

где U_H – нормальная скорость распространения пламени, $м/с$;

δ_P – диаметр канала огнепреграждающего элемента, $мм$;

C_P – мольная теплоёмкость горючей смеси при постоянном давлении, $кДж/(кг \cdot K)$;

P – давление горючей смеси, $Па$;

R – универсальная газовая постоянная, $(кГ \cdot м)/(кг \cdot град)$;

T – начальная температура горючей смеси, $^\circ K$;

λ – теплопроводность горючей смеси, $Вт/(м\cdot°C)$.

Если $Pe \geq 65$, то огнепреградитель не может работать на данной горючей смеси, если $Pe \leq 65$, то огнепреградитель работоспособен. Расчёт ведём для окиси углерода (CO). Рассчитаем расстояние между пластинами огнепреградителя (рисунок 1.13)

$$\delta_P = \frac{Pe \cdot R \cdot T \cdot \lambda}{U_H \cdot C_P \cdot P} = \frac{65 \cdot 30,25 \cdot 293 \cdot 91}{0,6 \cdot 104 \cdot 10^3 \cdot 0,85 \cdot 10^6} = 0,99 \text{ мм}. \quad (1.7)$$

Для эффективной работы огнепреградителя его запас надёжности [8]

$$\eta = \frac{Pe_{кр}}{Pe} = \frac{\delta_P}{\delta} \geq 2, \quad (1.8)$$

где $Pe_{кр} = 65$ – критический критерий Пекле;

δ – расстояние между пластинами огнепреградителя с запасом надёжности, *мм*;

$$\delta \leq \frac{\delta_P}{2} = \frac{0,99}{2} = 0,5 \text{ мм}. \quad (1.9)$$

Выбираем огнепреградитель с расстоянием между пластинами $0,5$ *мм*, устройство которого показано на рисунке 1.13.

1.5.2 Расчёт агрегата на устойчивость

Задачей расчёта является определение конструктивной безопасности агрегата для конденсата и нефтепродуктов АЦЭ-6,6, разработанного на базе автомобиля КамАЗ–43101.

1) Определение центра тяжести и нагрузок на оси агрегата.

Нагрузки на передние и задние оси агрегата и центры тяжести по продольной и поперечной осям определены расчётом выше. Данные из этих расчётов: $G_{но} = 8565$ *кг* – масса груза и навесного оборудования с экипажем; в том числе, масса груза $G_2 = 6600$ *кг*; цистерна с опорами, задвижкой, рукавами, сливным устройством $G_ц = 1260$ *кг*; $G_g = 480$ *кг* – масса другого оборудования; $G_a = 15865$ *кг* – полная масса агрегата, в том числе, масса шасси автомобиля

$G_ш = 7300$ *кг*; $L_a = 2900$ *мм* – центр тяжести массы агрегата от передней оси шасси автомобиля; $L_{но} = 3506$ *мм* – центр тяжести массы груза и навесного оборудования от передней оси автомобиля; $L_ш = 1714$ *мм* – центр тяжести массы шасси от передней оси автомобиля.

Указанные координаты центров тяжести, расположены по продольной оси шасси автомобиля, показаны на рисунке 1.14.

Имея центры тяжести по высоте шасси автомобиля $h_ш = 980$ *мм*, масса груза и навесного оборудования $h_{но} = 1900$ *мм* определим центр тяжести h_a агрегата [9]

$$\sum M_0 = G_a \cdot h_a - G_ш \cdot h_ш - G_{но} \cdot h_{но} = 0, \quad (1.10)$$

$$h_a = \frac{G_ш \cdot h_ш + G_{но} \cdot h_{но}}{G_a} = \frac{7300 \cdot 980 + 8565 \cdot 1900}{15865} = 1476,7 \text{ мм}. \quad (1.11)$$

Принимаем высоту центра тяжести агрегата $h_a = 1480$ *мм*.

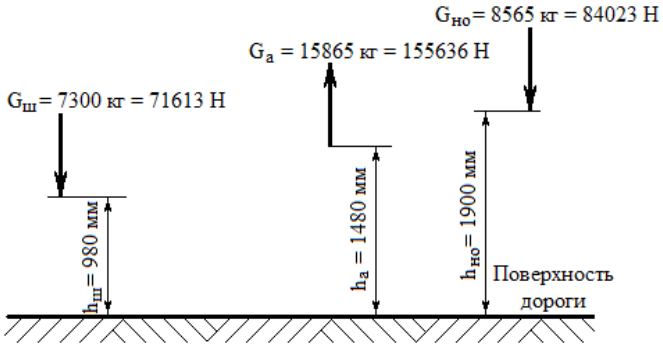


Рисунок 1.14 – Схема центра тяжести агрегата

Номинальные нагрузки на шасси агрегата представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Нагрузки на оси агрегата

Расположение	Нагрузки	
	Ном.	Факт.
1 Полная масса шасси (с наибольшей нагрузкой), кг	15870	15865
2 На переднюю ось, кг	5200	5180

3 На заднюю ось, кг	10670	10690

Схема расположения нагрузок агрегата указана на рисунке 1.15.

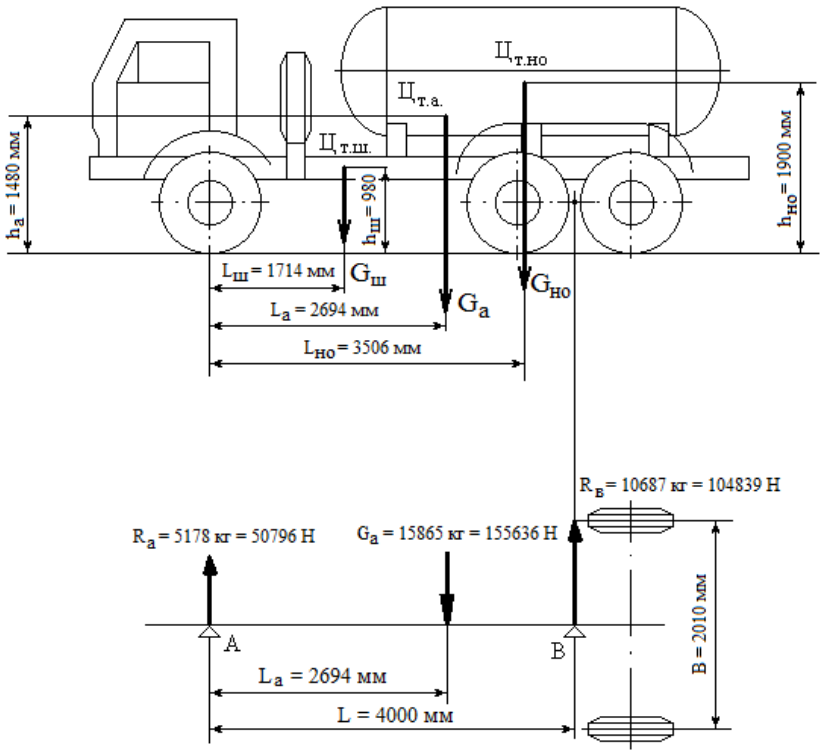


Рисунок 1.15 – Схема расположения нагрузок агрегата

2) Поперечная устойчивость.

Поперечная устойчивость агрегата показана на рисунке 1.16.

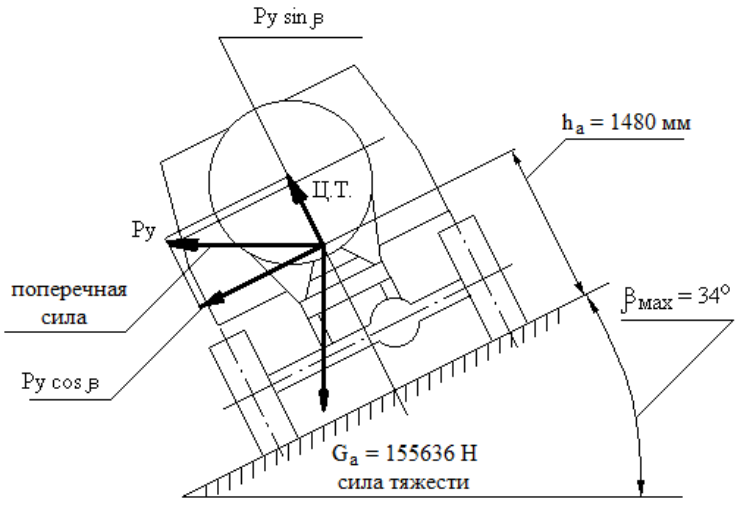


Рисунок 1.16 – Поперечная устойчивость агрегата

Поперечную устойчивость рассмотрим во время криволинейного движения агрегата на горизонтальном участке и косогоре. Во время криволинейного движения потерю устойчивости обычно вызывает центробежная сила. Критерием поперечной устойчивости может является максимальная возможная скорость ($\vartheta_{опр.}$), с которой можно вести агрегат (автомобиль) без угрозы опрокидывания.

Возможную скорость опрокидывания определим по формуле [9]

$$\vartheta_{опр} = \sqrt{\frac{B \cdot q \cdot R}{2 \cdot h_a}},\ м/с, \tag{1.12}$$

где B – колея агрегата, $м$;

q – ускорение, $м/с^2$;

R – радиус поворота, $м$;

h_a – центр тяжести агрегата по высоте, $м$.

Определим минимальный радиус поворота при движении на горизонтальном участке, задаваясь $\vartheta_{опр} = 50\ км/ч$ $(14\ м/с)$ [9]

$$R = \frac{2\vartheta_{опр}^2 \cdot h_a}{B \cdot q} = \frac{2 \cdot 14^2 \cdot 1,48}{2,01 \cdot 9,8} = 29,45\ м. \tag{1.13}$$

Минимальный радиус поворота на горизонтальном участке при скорости $50\ км/ч$ составляет $29{,}45\ м$.

Определим величину максимально допустимого (критического) угла косогора при движении на прямолинейном участке [9]

$$tgB_{опр} = \frac{B}{2 \cdot h_a} = \frac{2,01}{2 \cdot 1,48} = 0,679, \tag{1.14}$$

$$B_{опр} = 34^{\circ}.$$

Это угол статической устойчивости автомобиля, что соответствует технической характеристике КамАЗа.

Определим максимально допустимый угол косогора по криволинейному участку с $R = 30\ м$ учитывая, что скоростью составляет $14\ м/с$ по формуле

$$tgB_{опр}=\frac{0{,}5\cdot B\cdot q\cdot R-\vartheta^2\cdot h_a}{h_a\cdot q\cdot R+0{,}5\cdot\vartheta^2\cdot B}=\frac{0{,}5\cdot 2{,}01\cdot 9{,}8\cdot 30-14^2\cdot 1{,}48}{1{,}48\cdot 9{,}8\cdot 30+0{,}5\cdot 14^2\cdot 2{,}01}=$$

$$=0{,}0085, \qquad (1.15)$$

$$B_{опр}=0{,}5^{\circ}.$$

Определим максимально допустимый угол косогора по криволинейному участку с $R = 150$ *м*, со скоростью 50 *км/ч* (14 *м/с*) по формуле

$$tgB_{опр}=\frac{0{,}5\cdot 2{,}01\cdot 9{,}8\cdot 150-14^2\cdot 1{,}48}{1{,}48\cdot 9{,}8\cdot 150+0{,}5\cdot 14^2\cdot 2{,}01}=0{,}5, \qquad (1.16)$$

$$B_{опр}=26^{\circ}30'.$$

Устойчивость агрегата против опрокидывания возрастает с увеличением колеи (B) и радиуса поворота (R), снижений центра тяжести (h_a) и уменьшений угла косогора ( ). Для агрегата АЦЭ-6,6 коэффициент поперечной устойчивости определим по формуле

$$\eta_{поп}=\frac{B}{2\cdot h_a}=\frac{2{,}01}{2\cdot 1{,}48}=0{,}679. \qquad (1.17)$$

Для грузовых автомобилей $\eta_{поп}$ составляет согласно таблице 1.7 [9].

Таблица 1.7 – Коэффициент поперечной устойчивости агрегатов

Грузовой автомобиль	Коэффициент поперечной устойчивости
ГАЗ-53А	0,72
ЗИЛ-130	0,74
МАЗ-502	0,68
ЗИЛ-164	0,75
МАЗ-500А	0,66

3) Продольная устойчивость (рисунок 1.17).

Критерием утраты продольной устойчивости агрегата является его сползание назад на подъёме вследствие буксования ведущих колёс. Продольную устойчивость агрегата определим по формуле

$$tg\alpha_{бук} = \frac{\alpha \cdot \phi_x}{L - h_a \cdot \phi_x} = \frac{3{,}5 \cdot 0{,}6}{4 - 1{,}48 \cdot 0{,}7} = 0{,}72, \qquad (1.18)$$

где α – центр тяжести массы агрегата от передней оси, *м*;

ϕ_x – коэффициент сцепления протектора шины с дорогой твёрдого покрытия в сухом и чистом состоянии [10];

h_a – центр тяжести массы агрегата по высоте, *м*;

L – база агрегата (автомобиля), *м*,

$\alpha_{бук} = 35^\circ 45'$.

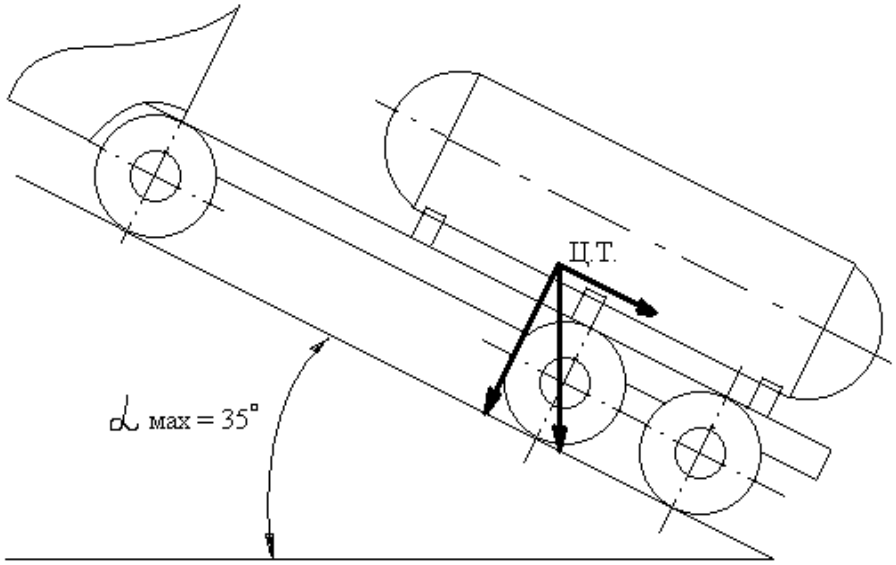


Рисунок 1.17 – Продольная устойчивость агрегата

Наибольший преодолеваемый угол подъёма агрегата на твёрдой, сухой, чистой дороге составит 35°. Для автомобилей со всеми ведущими мостами сила сцепления равна $tga_{бук} = \varphi_x$.

Определим угол подъёма по грунтовой дороге в распутицу, $\varphi_x = 0{,}15$

$$tg\alpha_{бук} = \frac{3{,}5 \cdot 0{,}15}{4 - 1{,}48 \cdot 0{,}15} = 0{,}139, \qquad (1.19)$$

$\alpha_{бук} = 8^\circ$.

Наибольший угол подъёма по грунтовой дороге в распутицу составит 8°, для автомобилей со всеми ведущими мостами

$$\alpha_{бук}=17^{\circ}-19^{\circ}. \quad (1.20)$$

4) Определим максимальную опрокидывающую силу ветра.

В условиях эксплуатации агрегата наибольшую скорость ветра, при которой допускается работа, принимаем $\vartheta=30\ \ м/с$.

Площадь агрегата вычисляем по формуле

$$S=H\cdot L=2{,}8\cdot 7{,}6=21{,}3\ м^2, \quad (1.21)$$

где H – высота агрегата, $м$;

L – длина агрегата, $м$.

Аэродинамическую силу ветра определим по формуле [5]

$$P_w=k\cdot\rho\cdot\frac{\vartheta^2}{2}\cdot S=1{,}2\cdot 0{,}132\cdot\frac{30^2}{2}\cdot 21{,}3=1514\ кгс=15140\ Н, \quad (1.22)$$

где k – коэффициент выбирается в зависимости от отношения;

$$\frac{L}{H}=\frac{7{,}6}{2{,}8}=2{,}7, \quad (1.23)$$

ρ – плотность воздуха, $кг/м^3$;

$$\rho=\frac{\gamma}{q}=\frac{1{,}29}{9{,}81}=0{,}132\ кг/м^3, \quad (1.24)$$

$\gamma=1{,}29$ – удельный вес воздуха, $кг/м^3$;

q – ускорение свободного падения, $м^2/с$.

Максимальная опрокидывающая сила ветра (P_w) на ровной дороге составит $15140\ \ Н$, что значительно меньше силы сцепления.

При отсутствии поперечных сил максимальное значение силы сцепления определим по формуле

$$P_{сц}=\phi_x\cdot G_a=0{,}6\cdot 15865=9519\ кгс=95190\ Н. \quad (1.25)$$

Коэффициент поперечной устойчивости агрегата равен $0{,}679$, что соответствует коэффициентам устойчивости автомобилям данного типа. Угол попе-

речной статической устойчивости составляет $34°$, что соответствует техническим условиям на автомобиль КамАЗ. Наибольший расчётный угол подъёма составит $35°$ на сухой, чистой, твёрдой дороге и $8°$ в распутицу на грунтовой дороге.

По технической характеристике автомобиля угол подъёма $31°$. Поперечная и продольная устойчивость агрегата соответствует техническим требованиям на автомобиль КамАЗ.

1.5.3 Проверочный расчёт на прочность цистерны

Задача расчёта – определить прочностные показатели обечайки цистерны, стремянки, опорного бруса, опорных рёбер.

1) Расчёт на прочность обечайки цистерны.

Масса жидкости в цистерне, цистерна, рукава считаем равномерно распределёнными по длине. Интенсивность нагрузки по длине определим по формуле

$$q = k \cdot \frac{G_Ж + G_Ц + G_P}{L_Ц} = 3{,}5 \cdot \frac{6600 + 1060 + 30}{419} = 6420 \ Н/м, \qquad (1.26)$$

где k – коэффициент динамичности в вертикальной плоскости;

$G_Ж$ – вес жидкости (груза), $Н$;

$G_Ц$ – вес цистерны, $Н$;

G_P – вес рукавов, $Н$;

$L_Ц$ – длина цистерны, состоящая из длин обечайки и двух днищ, $см$.

Цистерна в расчёте принимается за балку на трех подвижных опорах (рисунок 1.18), загруженных перечисленными выше нагрузками с консолями.

Расчётная длина $L_Ц$ цистерны (балки) определяется по формуле

$$L_Ц = l_1 + l_2 + 2l, \ м, \qquad (1.27)$$

$$l = a + \frac{2}{3}h = 0{,}4 + \frac{2}{3} \cdot 0{,}35 = 0{,}633 \ м. \qquad (1.28)$$

Принимаем $l = 0{,}635$ *м*. Опорные моменты определим из уравнения трёх моментов (рисунок 1.19 а).

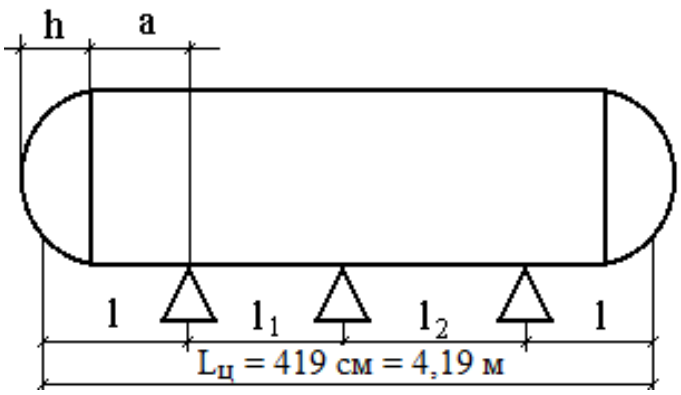


Рисунок 1.18 – Схема расположения опор цистерны

Для данной балки уравнение трёх моментов должно быть записано следующим образом

$$\frac{-q\cdot l^2}{2}\cdot l_1 + 2M_1(1{,}26+1{,}66) - q\frac{l^2}{2}\cdot l_2 = -6R_1^{\phi}, \qquad (1.29)$$

$$-6420\cdot\frac{0{,}635^2}{2}\cdot 1{,}26 + 2M_1\cdot(1{,}26+1{,}66) - 6420\cdot\frac{0{,}635^2}{2}\cdot ¿ ¿$$

$$¿ 1{,}66 = -6R_1^{\phi},$$

$$M_1 = \frac{3779{,}4 - R_1^{\phi}}{5{,}84}. \qquad (1.30)$$

Определим фиктивную реакцию [10]

$$R_1^{\phi} = B_{11}^{\phi} + A_{12}^{\phi} = \frac{ql_1^3}{24} + \frac{ql_2^3}{24} = \frac{6420\cdot 1{,}26^3}{24} + \frac{6420\cdot 1{,}66^3}{24} = 1592{,}7\ H, \qquad (1.31)$$

$$M_1 = \frac{3779{,}4 - 1592{,}7}{5{,}84} = 1159{,}7\ Нм.$$

Моменты на опорах M_0 и M_2 равны

$$M_0 = -q\frac{l^2}{2} = \frac{6420\cdot 0{,}635^2}{2} = -1294{,}35\ Нм, \qquad (1.32)$$

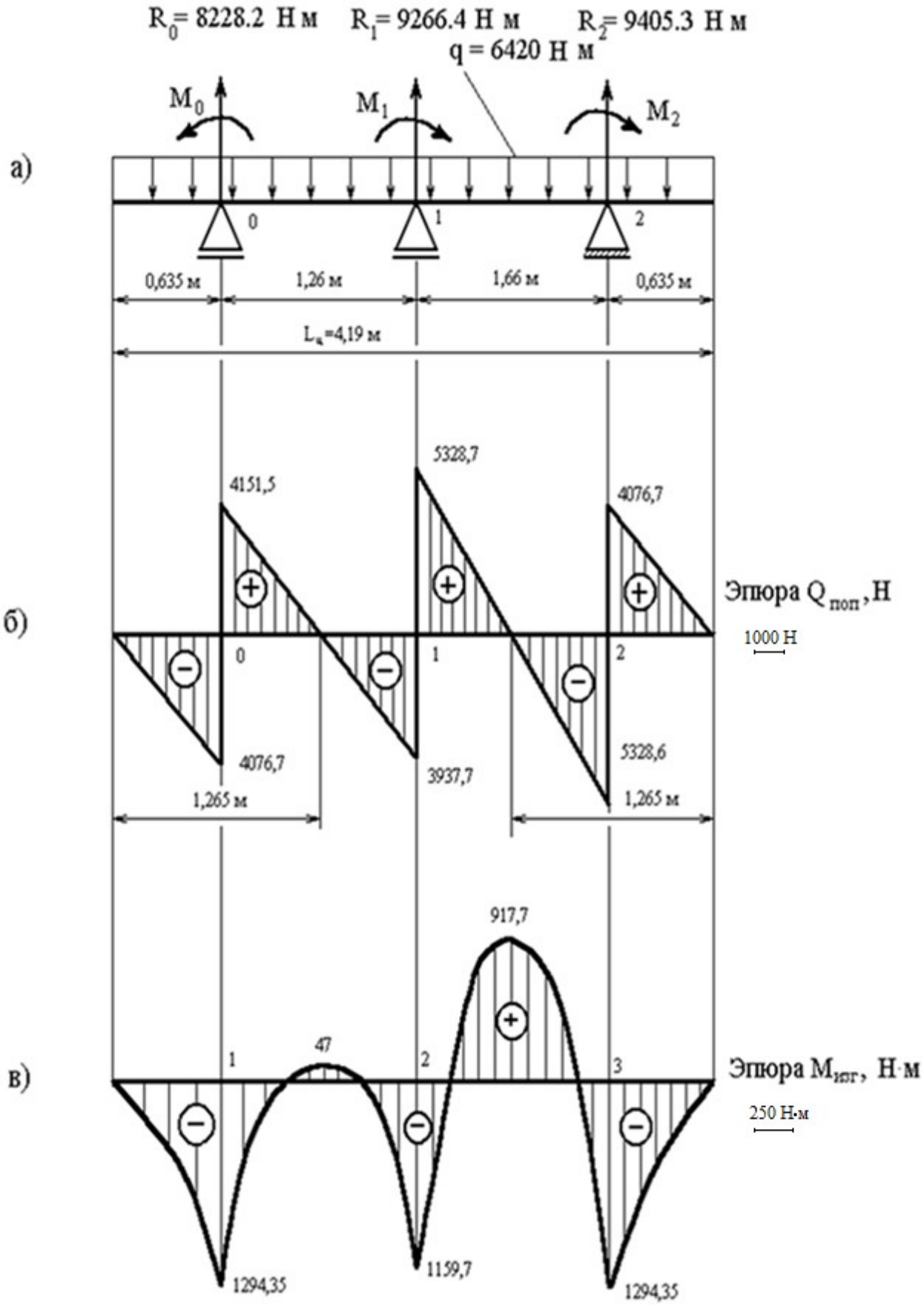


Рисунок 1.19 – Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

$$M_0 = M_2. \quad (1.33)$$

Определим опорные реакции

$$R_0 = ql + q\frac{l_1}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l_1} = 4067,7 + 4044,6 - 106,9 = 8228,2\ H, \quad (1.34)$$

$$R_1 = q\frac{l_1}{2} + q\frac{l_2}{2} - \frac{M_0 - M_1}{l_1} = 4044,6 + 5328,6 - 106,9 = 9266,4\ H, \quad (1.35)$$

$$R_2 = ql + q\frac{l}{2} = 4076,7 + 5328,6 = 9405,3\ H. \quad (1.36)$$

Момент на середине пролёта 0 – 1 можно определить по следующей формуле

$$M_{СП\,0-1} = R_0\frac{l_1}{2} - q\frac{1,265^2}{2} = 8228,2 \cdot 0,63 - 6420 \cdot \frac{1,265^2}{2} = \quad (1.37)$$

$$= 47\ Нм.$$

Момент в середине пролёта 1 – 2 определим

$$M_{СП\,1-2} = R_2\frac{l_2}{2} - q\frac{1,465^2}{2} = 9405,3 \cdot 0,83 - 6420 \cdot 1,073 = \quad (1.38)$$

$$= 917,7\ Нм.$$

Нас интересует наибольшее по абсолютной величине значение изгибающего момента, который выбираем по эпюре (рисунок 1.19 в)

$$M_{MAX} = 1294,5\ Нм = M_2. \quad (1.39)$$

Коэффициент запаса прочности для цистерн подобного класса выбирается в пределах $n = 2,2\text{-}2,5$. При $n = 2,3$ и временном сопротивлении материала $\sigma_B = 3800\ \ H/см^2$. Допускаемое напряжение [11]

$$\left[\sigma_B\right] = \frac{3800}{2,3} = 1650\ H/см^2. \quad (1.40)$$

Обечайка изготовлена из стали Ст 3 ГОСТ 14637-89 (рисунок 1.20). Допускаемое напряжение принимаем $\left[\sigma_B\right] = 1400\ \ H/см^2$ [12].

Определим момент сопротивления сечения цистерны. Считаем, что сечение обечайки цистерны – кольцо

$$W_z = \pi \cdot r^2 \cdot S = 3,14 \cdot 70,3^2 \cdot 0,5 = 7759 \ см^3, \quad (1.41)$$

где π – коэффициент;

r – внутренний радиус кольца, $см$;

S – толщина стенки кольца, $см$.

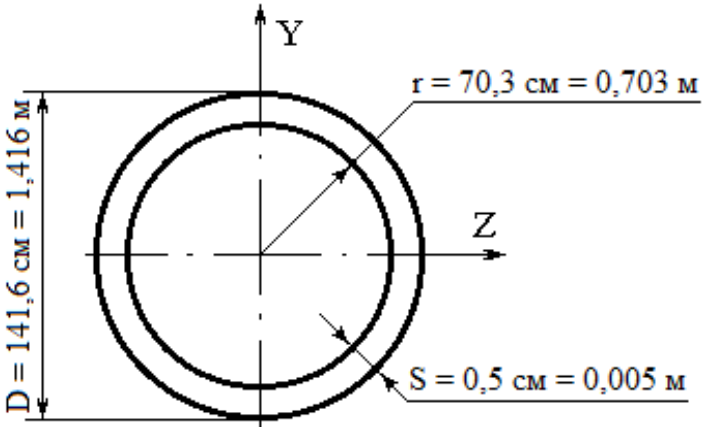


Рисунок 1.20 – Сечение обечайки цистерны

Определяем напряжение в обечайке в местах наибольшего изгибающего момента

$$\sigma = \frac{M_{MAX}}{W_Z} = \frac{129435}{7759} = 17 \ Н/см^2, \quad (1.41)$$

где M_{MAX} – наибольший изгибающий момент (рисунок 1.19 в);

σ – возникающее напряжение в обечайке, $Н/см^2$.

Напряжение оказывается незначительным. Определим прочность стенки обечайки от совместного действия изгиба и давления над опорой

$$\sigma_2 = \frac{P \cdot D}{4 \cdot (S - c)} + 1,275 \cdot \frac{M_2}{k \cdot D^2 \cdot (S - c)} \le \phi[\sigma], \ Н/см^2, \quad (1.42)$$

$$\sigma_2 = \frac{0,6 \cdot 141,1}{4 \cdot (5 - 2)} + 1,275 \cdot \frac{129435}{0,06 \cdot 141,1^2 \cdot (5 - 2)} = 99,75 \ Н/см^2,$$

где P – давление в цистерне, $Н/см^2$;

D – средний диаметр, $см$;

S – толщина обечайки, *см*;

M_2 – максимальный изгибающий момент над опорой, $H/см$;

k – коэффициент жёсткости для опор [12];

c – компенсация на коррозию, *см*;

ϕ – коэффициент прочности сварных швов при 10-50 % контролируемой длины швов при сварке [12];

$$\sigma_2 < \phi[\sigma_B], \tag{1.43}$$

$99,75 < 0,65\,[1400]$,

$99,75 < 910$ – напряжение незначительное.

Опоры без укреплённого кольцами жёсткости и без подкладного листа. Кольцевое напряжение в нижней точке опорного сечения определим по формуле

$$\sigma_{S_1} = k_{S_1} \frac{Q}{(S-c)\cdot\left(b+1,1\sqrt{D(S-c)}\right)} ¿ \phi[\sigma], \tag{1.44}$$

$$\sigma_{S_1} = 0,9\frac{9405}{(5-2)\cdot\left(14+1,1\sqrt{141,1\cdot(5-2)}\right)} = 77,16\ H/см^2,$$

где k_{S_1} – коэффициент;

b – ширина седловой опоры, *см*;

D – средний диаметр обечайки, *см*;

S – толщина обечайки цистерны, *см*;

c – прибавка, *см*;

ϕ – коэффициент прочности заложен по формуле (1.42);

$$\sigma_{S_1} < \phi[\sigma_в], \tag{1.45}$$

$77,16 < 1120$ – напряжение незначительное.

Кольцевое напряжение на гребне седловой опоры в точке 2 составит

$$\sigma_{S_2} = \frac{Q}{(S-c)^2} ¿ \frac{(S-c)}{4\cdot\left(b+1,1\cdot\sqrt{D\cdot(S-c)}\right)} + 1,5\cdot k_{S_2} ¿ \phi[\sigma_в], \tag{1.46}$$

$$\sigma_{S_2} = \frac{9405}{(5-2)^2} ¿ \frac{(5-2)}{4\cdot(14+1{,}1\cdot\sqrt{141{,}1\cdot(5-2)})} + 1{,}5\cdot 0{,}68 = 146{,}3 \ H/см^2,$$

где k_{S_2} – коэффициент;

α – расстояние от центра опоры до конца цилиндрической части цистерны (применяется при определении k_{S_2}), $см$;

$$\sigma_{S_2} \le \phi[\sigma_в], \qquad (1.47)$$

$146{,}3 < 1120$ – напряжение незначительное.

2) Расчёт стремянок цистерны.

На рисунке 1.21 представлена схема расположения опор цистерны. Опоры стяжками (стремянками) крепятся к лонжеронам шасси автомобиля.

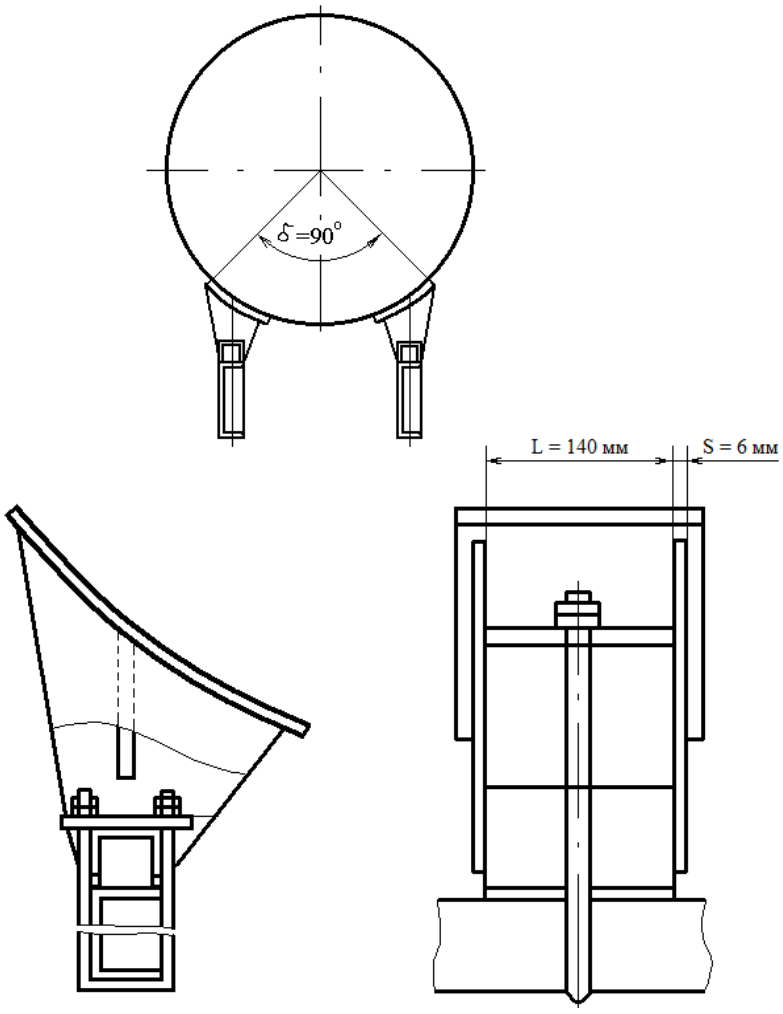


Рисунок 1.21 – Расположение опор цистерны

а) Расчёт стремянок.

Все три опоры воспринимают нагрузки от сил инерции. Сила инерции, возникающая при резком торможении автомобиля, для дорог с асфальтовым покрытием составляет [5]

$$Q_{ин}=0,75\cdot G=0,75\cdot 7690=5767,5\ H, \tag{1.48}$$

где G – суммарный вес цистерны, H.

Сила инерции действует в горизонтальном направлении и её должна уравновесить сила трения между рамой и опорной поверхностью опоры.

На один стержень стремянки (болт) приходится усилие

$$N_{тр}=\frac{Q_{ин}}{2\cdot n}=\frac{5767,5}{2\cdot 6}=480,6\ H, \tag{1.49}$$

где n – количество стремянок, $шт$.

При коэффициенте трения $f=0,17$ необходимое усилие затяжки гайки составит

$$N_з=\frac{480,6}{0,17}=2827\ H. \tag{1.50}$$

Соприкасающаяся площадь на опоре составит

$$F_1=2\cdot F=2\cdot 77=154\ см^2, \tag{1.51}$$

$154>85,5$ – что больше требуемой (расчётной) поверхности.

Толщину опорного бруса определим по формуле

$$H_1=2,45\cdot L\cdot\sqrt{k_{13}\cdot\frac{\sigma_П}{\sigma}}+0,2=2,45\cdot 14\cdot\sqrt{0,105\cdot\frac{61,07}{121}}+0,2=8\ см, \tag{1.52}$$

где L – длина бруса, $см$;

$\sigma=1,1\cdot[\sigma_g]=1,1\cdot 110=1121\ H/см^2$,

k_{13} – коэффициент;

$$k_{13}=\frac{L}{B}=\frac{14}{5,5}=2,5, \tag{1.53}$$

$\sigma_П$ – действительное напряжение сжатия, $H/см^2$;

$$\sigma_{П}=\left[\sigma_{g}\right]\cdot\frac{F_{пл}}{F_{1}}=110\cdot\frac{85,5}{154}=61,07\ \ Н/см^{2}, \qquad (1.54)$$

где $F_{пл}$ – площадь требуемой (расчётной) поверхности, $см^{2}$;

F_{1} – площадь соприкасающаяся с опорой, $см^{2}$.

б) Расчёт толщины рёбер опоры.

Сечение опоры изображено на рисунке 1.22

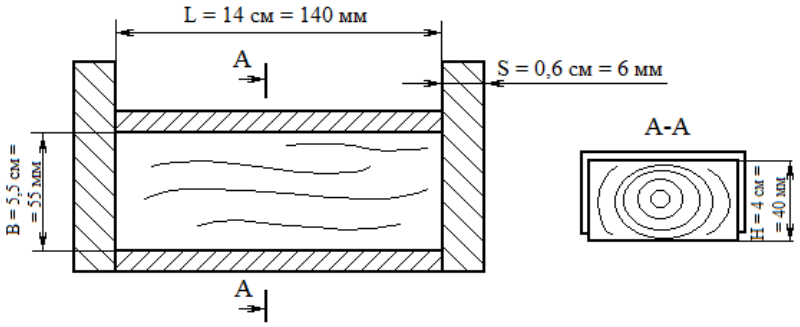


Рисунок 1.22 – Сечение опоры

Величина погонной нагрузки на единицу длины ребра [5]

$$q=1,2\cdot\frac{Q_{\max}}{l},\ Н/см, \qquad (1.55)$$

где $l=14\cdot4=56$ – общая длина рёбер, $см$.

Принимая допускаемые напряжения изгиба для стремянки из стали 35 ГОСТ 1051-88 [ ] = 2500 $Н/см^{2}$ [9] проверяем стремянку на прочность. Диаметр принятой стремянки 1,6 $см^{2}$.

Определим площадь сечения стержня

$$F=0,785\cdot d^{2}=0,785\cdot1,38^{2}=1,49\ см^{2}=149\ мм^{2}, \qquad (1.56)$$

где d – внутренний диаметр резьбы стержня стремянки, $см$.

Усилие, которое способен выдержать стержень стремянки $М16$ определим из формулы

$$N=\left[\sigma\right]\cdot F=2500\cdot1,49=3725\ Н, \qquad (1.57)$$

где N – допустимое усилие затяжки гайки стремянки $M16$, H,

$$N > N_3, \tag{1.58}$$

$3725 > 2827$.

Стремянка выдерживает усилие с запасом.

1.5.4 Проверочный расчёт осей автошасси

Настоящим расчётом находятся нагрузки на оси автошасси от навесного оборудования агрегата и положение центров тяжести навесного оборудования и агрегата в целом. Данные для расчёта представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Техническая характеристика шасси КамАЗ-43101

Наименование	Значение
1 База шасси, мм	4000
2 Полная масса шасси (с наибольшей нагрузкой), кг:	15870
- через переднюю ось, кг	5200
- через заднюю ось, кг	10670
3 Снаряжённая масса шасси, кг:	7300
- через переднюю ось, кг	4120
- через заднюю тележку, кг	3180

Распределение осевых нагрузок шасси от оборудования представлено в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Распределение осевых нагрузок шасси от оборудования

Наименование оборудования	Обозна-чение	Масса, кг	Координата от передней оси, мм	Моменты масс, Н
1 Механизм установки запасного колеса	G1	45	1000	441
2 Ящик с песком	G2	22	1000	216
3 Система эжекции	G3	168	1320	2175
4 Цистерна с опорами	G4	1260	3670	45348
5 Груз	G5	6600	3670	237536

Наименование оборудования	Обозначение	Масса, кг	Координата от передней оси, мм	Моменты масс, Н
6 Установка крыльев и всасывающих шлангов	G6	233	4000	9140
7 ЗИП	G7	12	100	11,7

Масса навесного оборудования с грузом без экипажа – 8340 кг.

Нагрузка от навесного оборудования, груза и экипажа на заднюю тележку определяется из уравнения [5]

$$\sum M_A = 0, \tag{1.59}$$

$$\sum M_A = 30028,56 - P_Э \cdot x_Э - R_B \cdot x_B = 0, \tag{1.60}$$

где $P_Э$ – масса экипажа, $кг$;

$x_Э, x_B$ – координаты от передней оси, $мм$;

R_B – нагрузка от навесного оборудования на заднюю тележку, $кг$;

$$R_B = \frac{30028,56 - 225 \cdot 0,3}{4} = 7507 \ кг. \tag{1.61}$$

На рисунке 1.23 представлена схема центра тяжести навесного оборудования.

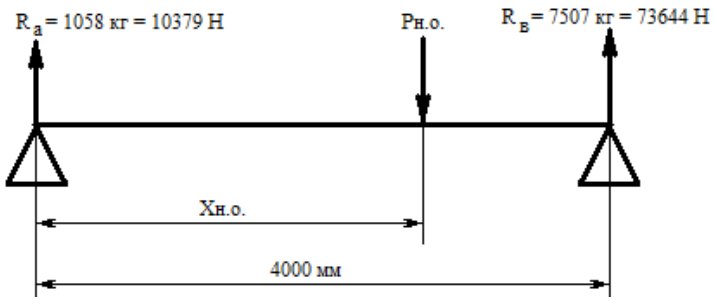


Рисунок 1.23 – Схема центра тяжести навесного оборудования

Нагрузка на переднюю ось составит

$$R_A = C + P_Э - R_B = 1058 \ кг. \tag{1.62}$$

Полная нагрузка на оси

$$Q_{перед.} = R_A + Q_{пер.снар.} = 1058 + 4120 = 5178 \ кг, \quad (1.63)$$

$$Q_{задн.} = R_B + Q_{задн.снар.} = 7507 + 3180 = 10687 \ кг. \quad (1.64)$$

Определение центра тяжести навесного оборудования

$$P_{Н.О.} = C_2 + P_Э = 8565 \ кг, \quad (1.65)$$

где $P_{Н.О.}$ – масса навесного оборудования с грузом и экипажем, $кг$;

$$P_{Н.О.} \cdot x_{Н.О.} = R_B \cdot x_B, \quad (1.66)$$

где $x_{Н.О.}$ – центр тяжести навесного оборудования, $мм$;

$$x_{Н.О.} = \frac{R_B \cdot x_B}{P_{Н.О.}} = \frac{7507 \cdot 4000}{8565} = 3506 \ мм. \quad (1.67)$$

То есть центр тяжести навесного оборудования находится на расстоянии 3506 мм от передней оси.

На рисунке 1.24 представлена схема центра тяжести автоцистерны.

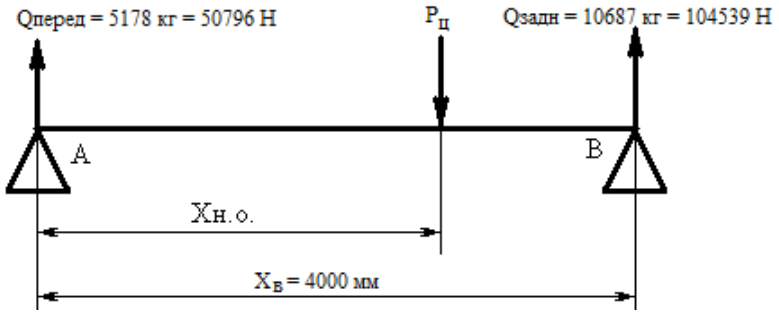


Рисунок 1.24 – Схема центра тяжести автоцистерны

Определение центра тяжести автоцистерны

$$P_Ц \cdot x_Ц = Q_{задн.} \cdot x_B, \quad (1.68)$$

где $P_Ц$ – масса цистерны, $кг$;

$$x_Ц = \frac{Q_{задн.} \cdot x_B}{P_Ц} = \frac{10687 \cdot 4000}{15865} = 2694 \ мм. \quad (1.69)$$

Центр тяжести автоцистерны находится на расстоянии 2694 мм от передней оси. Произведённый расчёт показывает, что масса автоцистерны, её распределение по осям, а также расположение центра тяжести автоцистерны соответствуют техническим требованиям по ТУ 37.001.1022-83.

1.5.5 Расчёт долговечности огнепреградителя

Долговечность огнепреградителя, как устройства защиты цистерны от воспламенения, зависит от нескольких факторов: расстояния между пластинами, скоростью нарастания отложений между пластинами, уровнем и свойствами примесей, которые находятся в откачиваемой газо-воздушной смеси.

Скорость нарастания отложений зависит от количества примесей в воздухе. При содержании в воздухе механических примесей равное $0{,}15\ мг/м^3$ скорость засорения равна $W = 0{,}0336\ км/ч$. Откачиваемую смесь примем за окись углерода, следовательно воспользуемся коэффициентом $k = 1{,}2$.

Для данного огнепреградителя уровень засорения щелей между пластинами не должен превышать $2/3$, т.е. $S < 0{,}4\ мм$ (рисунок 1.25) [7].

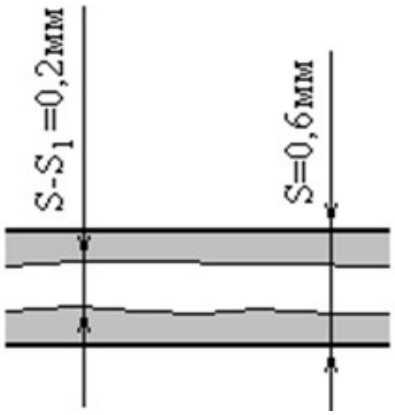


Рисунок 1.25 – Уровень загрязнения пластин огнепреградителя

Определим долговечность огнепреградителя

$$T = k \cdot \frac{S}{W} = 1{,}2 \cdot \frac{0{,}4}{0{,}0336 \cdot 10^{-3}} = 17520 \ ч, \qquad (1.70)$$

где k – коэффициент, учитывающий свойства откачиваемой смеси;

S – наибольшая толщина засорения пластин, $мм$;

W – скорость засорения, $км/ч$.

1.6 Мероприятия по повышению коррозионной стойкости агрегата

Хранение агрегата должно производиться в условиях, которые исключают попадание атмосферных осадков и окисление консервационных поверхностей [13].

На открытых площадках можно производить кратковременное хранение агрегата при перерывах в работе сроком не более трёх месяцев.

Консервацию агрегата производят для предохранения от коррозии внутренних и наружных поверхностей. Консервация для шасси автомобиля изложена в «Руководстве по эксплуатации» автомобиля КамАЗ. Консервация узлов навесного оборудования (защита от коррозии) осуществляется путём нанесения защитной плёнки с ингибитором коррозии.

Общие требования по консервации отражены в «Руководстве по эксплуатации» автомобиля и распространяются на навесное оборудование.

При консервации наружных поверхностей штуцеров рукавов рекомендуется использовать защитную смазку ПВК. Законсервированные наружные поверхности оборачиваются во влагонепроницаемую бумагу, затем на них одевается полиэтиленовый чехол толщиной не менее 0,15 мм и увязывается шпагатом.

Остатки жидкости из цистерны и рукавов необходимо слить, а так же промыть и осмотреть их не целостность. При необходимости необходимо восстановить лакокрасочное покрытие. В ёмкость помещают мешки с силикагелем, весом 150-200 грамм. Люки, как и запорная арматура агрегата

закрываются, с целью резкого снижения контакта внутренних полостей цистерны с окружающей средой [14].

При расконсервации навесного оборудования необходимо удалить консервационную смазку ветошью, промоченной в бензине или растворителе.

Внутренние поверхности цистерны и указателя уровня расконсервации не подлежат. Из цистерны также необходимо удалить мешочки с силикагелем.

1.7 Техническое обслуживание автоцистерны АЦЭ-6,6

Перед запуском в эксплуатацию нового агрегата необходимо [1]:

- произвести расконсервацию концов рукавов, удалив при этом смазку ветошью, промоченной в бензине или растворителе;
- произвести проверку надёжности крепления узлов, включая заземление, и, при необходимости, подтянуть все крепёжные соединения;
- проверить наличие в автомобиле топлива, смазки и охлаждающей жидкости.

Для заполнения цистерны с помощью эжектора необходимо:

- установить агрегат на ровном месте, расположив его задом к резервуару или к другой емкости, из которой необходимо произвести забор жидкости;
- обязательно произвести установку агрегата на стояночный тормоз;
- подсоединить заземляющее устройство к контуру заземления или к забитому костылю из комплекта агрегата;
- присоединить всасывающий рукав к переходнику и открыть задвижку, а свободный конец рукава опустить под уровень жидкости в ёмкость, из которой забирается жидкость, при необходимости присоединить к рукаву фильтр;
- запустить двигатель автомобиля и установить его обороты в пределах $1800-2000$ *об / мин*;
- установить переключатель в положение «ВКЛ» для работы эжекторного устройства;

- убедиться по мановакуумметру, что эжектор создаёт разряжение не менее 0,05 *МПа*;

- открыть вентиль, наблюдая за показаниями мановакуумметра на цистерне и указателя уровня контролировать её заполнение жидкостью.

После заполнения цистерны необходимо:

- закрыть задвижку;

- закрыть вентиль;

- снизить обороты двигателя до 600-700 *об / мин*;

- выключить эжекторное устройство;

- привести агрегат в транспортное положение.

При заполнении цистерны с эстакад или специальных заправочных площадок необходимо:

- установить агрегат таким образом, чтобы заправочный рукав можно было направить в наливной люк горловины;

- установить агрегат на стояночный тормоз;

- подсоединить заземляющее устройство к заземляющей сети или к забитому костылю из комплекта агрегата;

- открыть крышку наливного люка, для облегчения открывания крышки приоткрыть вентиль;

- закрыть крышку наливного люка;

- закрыть вентиль;

- привести агрегат в транспортное положение.

При опорожнении цистерны необходимо:

- установить агрегат на ровном месте, расположив его задом к резервуару или к другой ёмкости, в которую сливается жидкость;

- установить агрегат на стояночный тормоз;

- подсоединить заземляющее устройство к заземляющей сети или к забитому костылю из комплекта агрегата;

- присоединить всасывающий рукав к переходнику;

- открыть крышку наливного люка, для облегчения открывания крышки приоткрыть вентиль;

- открыть задвижку;

- слить необходимое количество жидкости, контролируя опорожнение цистерны по указателю уровня;

- закрыть задвижку;

- закрыть крышку наливного люка;

- закрыть вентиль.

После окончания рабочих операций привести агрегат в транспортное положение, для чего:

- уложить всасывающие и зачистной рукава в пеналы;

- уложить фильтр (если он использовался) в контейнер;

- намотать трос заземления на хомуты, костыль заземления закрепить под площадкой обслуживания.

Техническое обслуживание агрегата по периодичности и перечню выполняемых работ подразделяется на следующие виды [3]:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);

- первое техническое обслуживание (ТО-1);

- второе техническое обслуживание (ТО-2);

- сезонное техническое обслуживание (СТО);

Техническое обслуживание шасси автомобиля и других комплектующих изделий изложено в их эксплуатационной документации. Техническое обслуживание навесного оборудования агрегата рекомендуется совмещать с соответствующим техническим обслуживанием шасси автомобиля.

При ежедневном техническом обслуживании перед выездом из парка произвести следующее: осмотреть навесное оборудование, выявить и устранить внешние повреждения; проверить крепление опор цистерны и кронштейнов крыльев к шасси автомобиля и, при необходимости, провести подтяжку крепёжных соединений; очистить навесное оборудование от грязи и, при необходимости, вымыть водой.

При проведении ТО-1 необходимо выполнить все работы ЕТО и кроме того:

- произвести внешний осмотр цистерны и убедиться в отсутствии подтекании жидкости в местах сварных швов и крепёжных соединений;

- проверить состояние эжектора и системы выхлопа, обнаруженные неисправности устранить;

- проверить состояние огнепреградителя, при обнаружении загрязнения, огнепреградитель промыть в керосине, не разбирая.

При ТО-2 необходимо:

- проверить состояние крепления цистерны и, при необходимости подтянуть гайки;

- проверить состояние сальникового уплотнения оси указателя уровня и, при необходимости, заменить сальниковую набивку;

- проверить уплотнения крепления технологических рукавов и, при необходимости произвести подтяжку хомутов;

- проверить и подтянуть или заменить сальниковую набивку в задвижках и кранах;

- проверить задвижку на герметичность и, в случае пропуска жидкости, притереть уплотнительные поверхности;

- проверить состояние огнепреградителя.

В случае засорения щелей, огнепреградитель разобрать, пластины промыть в керосине. При сборке на основание огнепреградителя и под прижимную шайбу положить по одной плоской пластине. Профилированные пластины устанавливать с поворотом друг относительно друга на 180° для обеспечения необходимого зазора между ними. Прижимная шайба должна устанавливаться выборкой вниз. После сборки проконтролировать размеры щелей. Щуп толщиной $0{,}6$ *мм* не должен проходить в зазор, образованный двумя любыми соседними пластинами при приложении усилия не более 3 H.

Сезонное техническое обслуживание, т.е. подготовку агрегата к эксплуатации в летний или зимний периоды рекомендуется приурочивать к плановому

техническому ТО-1 или ТО-2 и дополнительно выполнять следующее: произвести замену сальника задвижки и смазки оси указателя уровня; проверить работоспособность предохранительного клапана на стенде подачей сжатого воздуха. Клапан должен сработать при давлении $(0{,}065 \pm 0{,}002)$ *МПа;* произвести замену вышедших из строя быстроизнашивающихся деталей из комплекта ЗИП, прилагаемого к каждому агрегату; произвести необходимые крепёжные, слесарно-сварочные, слесарные и другие работы для устранения обнаруженных неисправностей.

В результате проведения контрольных осмотров и технических обслуживаний специальное оборудование автоцистерны должно отвечать следующим требованиям:

- внешние поверхности должны быть чистыми, сухими;

- все детали, узлы и агрегаты должны быть надежно закреплены и законтрены, не допускается отсутствие хотя бы одного болта, гайки или другой крепежной детали;

- на всех трубопроводах и рукавах должны быть плотно затянутые заглушки;

- подтекание топлива во фланцевых соединениях и через сливные пробки не допускается;

- допускается отпотевание (появление масла) в местах выхода валов и масляных полостей редуктора привода и коробки отбора мощности;

- не допускается эксплуатация автоцистерны с треснутыми, разбитыми и грязными стеклами указателя уровня топлива и контрольно-измерительных приборов, биение карданного вала, осевой люфт коробки отбора мощности, а также ослабление крепления всех узлов привода, вал насоса должен вращаться плавно без заеданий при проворачивании его вручную;

- электрооборудование должно обеспечивать работу всех КИП и приборов освещения;

- замки и шарниры дверей должны быть исправными, а двери, ящики, пеналы легко, без заеданий, закрываться, открываться и надежно запираться;

- ЗИП и принадлежности должны быть в пригодном для использования состоянии и надежно закреплены на отведенных для них местах;

- автоцистерна должна быть полностью укомплектована заземляющим устройством;

- длина соприкосновения цепи походного заземления с дорожным покрытием должна быть не менее 200 *мм*;

- трос заземляющего клина должен быть припаян к катушке заземления;

- внутренняя поверхность цистерны не должна иметь следов коррозии;

- сетка фильтра предварительной очистки нефтепродукта должна быть чистой, без наличия механических примесей и видимых повреждений;

- масса заряда огнетушителей должна соответствовать паспортным данным;

- окрашенные поверхности цистерны не должны иметь повреждений.

Правильная и своевременная смазка трущихся деталей обеспечивает наряду с другими средствами обслуживания высокую долговечность и нормальную эксплуатацию автоцистерны. Прежде чем приступить к смазке или замене масла в агрегатах, необходимо удалить грязь с пресс-масленок, пробок и окружающих их мест. Закрытые полости при смене смазки должны перед заливкой промываться той же смазкой, которая подлежит заливке. Открытые трущиеся поверхности перед нанесением смазки должны быть тщательно очищены от пыли и грязи и затем смазаны смазкой, которая наносится на поверхность при помощи щетки или жесткой кисти [13].

Следует помнить, что узлы и детали, соприкасающиеся с маслами, топливами, нефтепродуктами, а также с другими легковоспламеняющимися и пожароопасными жидкостями, перед проведением слесарно-сварочных работ необходимо пропарить для удаления остатков этих жидкостей и их паров. Для поддержания внешнего вида навесного оборудования и агрегата в целом в хорошем состоянии необходим постоянный уход за лакокрасочными покрытиями. Агрегат не следует на длительное время оставлять под действием прямых солнечных лучей. Необходимо регулярно мыть агрегат и навесное оборудование, не

допуская скапливания грязи на окрашенных поверхностях. Не рекомендуется мыть агрегат струёй воды большого давления, т.к. твёрдые частицы грязи и песка царапают покрытия.

2 Безопасность проекта

2.1 Анализ состояния охраны труда в ООО «Таргин Механосервис»

ООО «Таргин Механосервис» оснащено необходимыми материальными и финансовыми средствами, направленными на выполнение требований правил и норм безопасности. Для осуществления индивидуальной защиты персонала предусмотрена выдача спецодежды, спецобуви и средств защиты от поражения электрическим током, органов дыхания, органов зрения, которые обеспечивают надежную защиту работающих в цеху.

В компании внедрена система управления охраны труда, промышленной безопасности и экологией, позволяющая обеспечить безопасное выполнение работ на объектах заказчика [15].

Деятельность всех предприятий компании соответствует законодательным и нормативным требованиям в области охраны труда и окружающей среды.

В компании разработаны политика и корпоративные стандарты, которые нацелены на повышение культуры безопасности труда - «Лидерство», «Оценка рисков», «Ключевые правила безопасности», «Поведенческий аудит безопасности». Прохождение всеми работниками регулярного обучения требованиям корпоративных стандартов, является одним из первостепенных правил компании.

Для обеспечения промышленной безопасности реализуются программы модернизации и замены устаревшего оборудования, на объектах ведения работ внедряется видеонаблюдение.

По сравнению с предыдущим годом, в 2016 году коэффициент травматизма (t) снизился на 10,6 % в следствии сокращения количества инцидентов на производстве компании (рисунок 2.1).

Ежегодно в ООО «Таргин Механосервис» проходит серия профилактических мероприятий, направленных на повышение уровня культуры безопасности сотрудников, развитие их компетенций в области охраны труда в соответствии с политикой компании в области производственной, экологической безопасности, охраны труда и гражданской защиты.

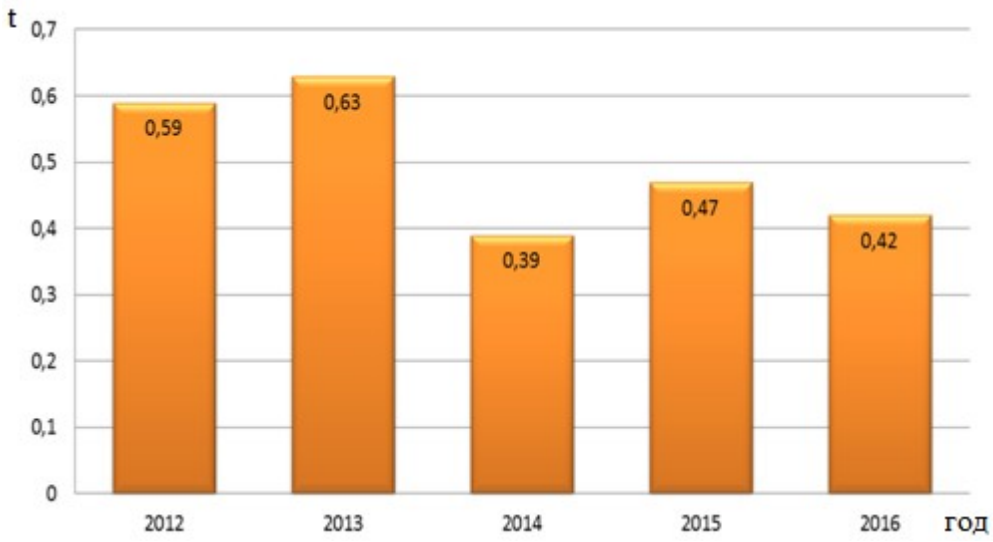


Рисунок 2.1 – Диаграмма коэффициента травматизма LTIF

2.2 Обеспечение безопасности при проведении испытаний огнепреградителя

Требования безопасности при проведении испытаний огнепреградителя регламентируются правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности, утвержденными приказом Ростехнадзора России от 12.03.2013 года

№ 101; правилами пожарной безопасности в нефтяной промышленности ППБО-85, утвержденными Миннефтепромом СССР 25.11.1985; правилами по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования, утвержденными приказом Минтруда РФ № 310н от 23.06.2016; ГОСТ 12.2.003 – 91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

К основным вредным и опасным производственным факторам при выполнении работ относятся повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны (в летний период из-за песчаного либо грунтового покрытия дорог и кустовых площадок), пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны, поверхностей оборудования и материалов [16].

Загазованность воздуха проверяется ответственным лицом в соответствии с планом проведения работ. Токсичные и пожароопасные свойства вещества приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Токсичные и пожароопасные свойства веществ

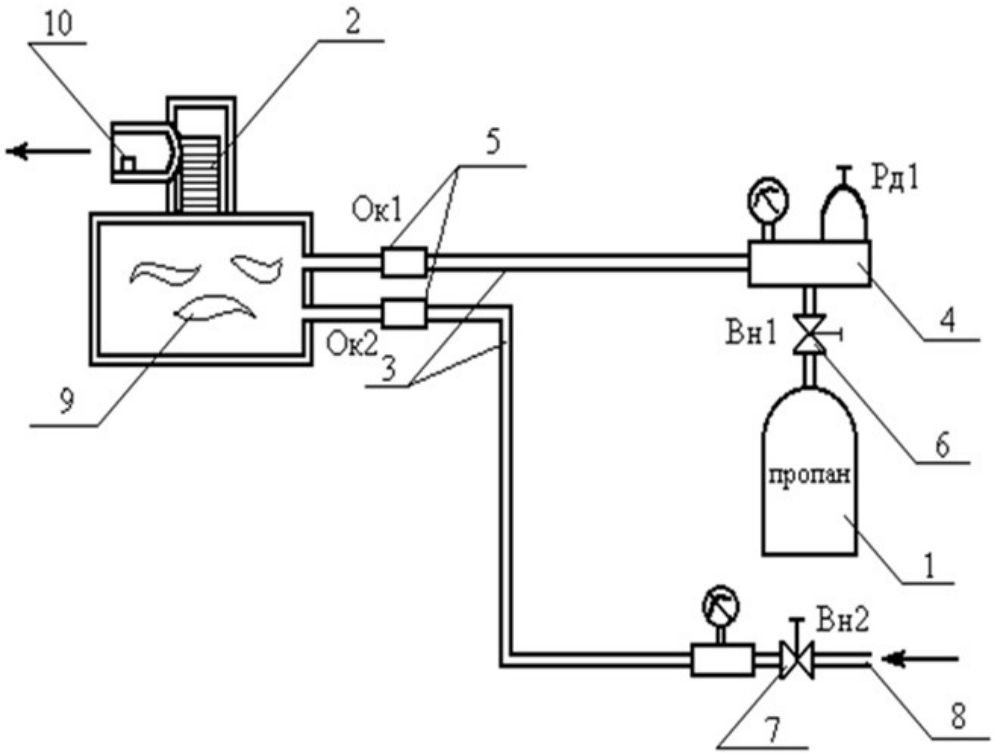
Наименование	Плотность, кг/м^3	Концентрационный предел взрываемости, %		ПДК, мг/м^3 ГОСТ 12.1.005-88	Класс опасности	Агрегатное состояние
		Нижн.	Верх.			
Сероводород	1,539	4	44,5	10	2	Газ
Метан	5,28	5,28	15,4	300	4	Газ

Перспективным является использование портативного газоанализатора GasAlertMicroClip компании Honeywell, который демонстрирует одну из самых быстрых реакций на изменение концентрации измеряемых газов (H_2S, CO и другие горючие газы). ПДК сероводорода (H_2S, второй класс опасности, высокоопасные вещества) в воздухе в рабочей зоне – 10 мг/$м^3$, а в смеси с углеводородами – 3 мг/$м^3$. ПДК для предельных алифатических углеводородов C_2-C_{10} (в пересчете на углерод) в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/$м^3$ (четвертый класс опасности, малоопасные вещества) [19].

К испытанию огнепреградителя допускаются лица, прошедшие медосмотр, обучение, инструктаж на рабочем месте, стажировку и проверку знаний по охране труда и способам оказания первой помощи, обеспеченные сертифицированными средствами индивидуальной защиты, указанными в типовых отраслевых нормах, которые утверждены приказом Минздравсоцразвития РФ от «9» декабря 2009 г. № 970н. На объекте должен быть составлен план ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС), который утверждается главным инженером предприятия и согласованный с местными органами Госпожнадзора.

Испытания по приму-сдаче проводятся в механосборочном цехе, на специально отведенном, обозначенным и огражденным для этих испытаний месте, лицами имеющими допуск к данной работе. При проведении устанавливается опасная зона в радиусе 20 метров, и доступ посторонним лицам в нее запрещен.

Ответственными за проведение таких работ являются лица ответственные за безопасное производство работ, а так же представитель отдела технического контроля, непосредственно участвующий в испытании. Схема проведения испытаний огнепреградителя представлена на рисунке 2.2



1 – баллон 3-50 ГОСТ 15860-84; 2 – огнепреградитель; 3 – рукав;4 – редуктор пропано-бутановый ДПП-1-65; 5 – Ок1 и Ок2 обратные клапана; 6 – Вн1 вентиль подачи пропана; 7 – Вн2 вентиль подачи сжатого воздуха; 8 – линия подачи сжатого воздуха ($P_{раб} < 6\ \ кг/см^2$); 9 – предметы для индикации проникновения пламени в полость за огнепреградителем (х/б нить, кусочки бумаги); 10 – сухое горючее.

Рисунок 2.2 – Схема проведения испытаний огнепреградителя

Испытания огнепреградителя производит заводская комиссия. В процессе испытаний проверяются технические и эксплуатационные показатели с учетом всех требований, действующих стандартов, норм и правил охраны труда.

Перед началом проведения испытаний огнепреградитель устанавливают за ограждение, таким образом, чтобы был виден его выходной патрубок. После чего устанавливают баллон на расстоянии не менее 20 метров от огнепреградителя. При испытании допускается использование естественных заграждений (бетонных плит и т.п.) между баллоном и огнепреградителем, для большего увеличения степени мер безопасности.

Далее собирают испытываемую установку по указанной схеме до конца, проводят проверку правильности сборки, и проводят испытание.

Место для проведения испытаний должно быть хорошо освещено и проветриваемо, так, чтобы концентрация газовоздушных паров и дымовых газов в зоне проведения испытаний не превышала предельную концентрацию, которая способствует увеличению степени взрывоопасности. Используют естественную вентиляцию (открытые окна, форточки и т.д.). При недостаточной естественной вентиляции, или её отсутствии, используют принудительную вентиляцию. При ситуациях, связанных с возгоранием или взрывом, предусмотрены средства пожаротушения :огнетушитель ОУ-3 ТУ 22-150-135-92, ящик с песком объёмом 0,5 м, кошмой, бочками с водой – 250 литров и комплектом инструмента (лопаты – 2 шт., ломы – 2 шт., багры – 2 шт., топор – 1 шт.), ведрами [16]. Во избежание возникновении пожара и для обеспечения нормативных условий по его ликвидации необходимо, чтобы на территории не было горючих материалов, площадка на объекте выполнения работ выровнена и не имела каких-либо препятствий, которые могли помешать передвижению людей и противопожарного транспорта. Все рабочие, занятые на огневых работах, должны уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

3 Раздел экологичности

3.1 Охрана окружающей среды в ООО «Таргин Механосервис»

ООО «Таргин Механосервис» – производственное подразделение крупного российского многопрофильного нефтесервисного холдинга «Таргин», которое базируется в г. Октябрьский Республики Башкортостан. Город Октябрьский является пятым по величине городом в республике, находится на её западе, в

180 км от города Уфа. Расположен в Приуральской зоне (Бугульминско-Белебеевская возвышенность), на правом берегу реки Ик, являющейся одновременно границей с Республикой Татарстан [17].

Климат – умеренно-континентальный с холодной, продолжительной зимой и тёплым летом со средней влажностью. Средняя температура января – «-15» градусов; средняя температура июня – «+20» градусов. Число дней с положительной температурой воздуха около 200-205. Среднегодовая температура воздуха – от 0,3 градусов до 2,8. Среднегодовая величина осадков составляет 450 мм, максимальное – 750 мм. Число дней со снежным покровом – 153-165. Преобладают ветра южного и юго-западного направления. В зимнее время преимущественно северные и северо-западные ветра.

ООО «Таргин Механосервис» занимается проектированием, изготовлением и модернизацией нефтепромыслового, бурового, энергетического оборудования и инструмента, занимается ремонтом автоцистерн, а также предоставляет услуги по законченному циклу: от изготовления оборудования до его монтажа, технической экспертизы, а в дальнейшем проводит обслуживание оборудования.

На данном предприятии имеются цеха с весьма высокими показателями уровня загрязнения окружающей среды. К ним относятся: литейный, сварочный, лакокрасочный и гальванический цеха. По уровню загрязнения окружающей среды территории гальванических и красильных цехов, как машиностроительных в целом, сравнимы с химической промышленностью, а литейное производство – с металлургией.

Организация работ по соблюдению требований охраны окружающей среды на предприятии проводится в соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации. Требования к организации работ по охране окружающей среды, порядком проведения контроля за соблюдением требований по охране окружающей среды прописаны в нормативных документах акционерного общества, таких как «Охрана

окружающей среды. Организация работ, контроль», являющиеся обязательными для всех служб общества [20].

Специалистами ООО «Таргин Механосервис» разработан и ежегодно актуализируется и дополняется Реестр нормативно-правовых актов и нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Основные нормативные документы Реестра:

- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;

- Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;

- Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»;

- Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

3.2 Природоохранные мероприятия при эксплуатации агрегата АЦЭ-6,6

Эксплуатация автоцистерны АЦЭ-6,6 негативно влияет на окружающую среду. Среди отрицательных примеров можно выделить такие, как: загрязнение воздуха выхлопными газами и мельчайшими твердыми частицами, загрязнение грунтовых вод токсичными стоками с автодорог, шум, вибрация, выделение тепла [18].

Основными загрязнителями являются: углеводороды, оксид углерода, оксид азота. Наибольшую опасность представляют оксиды азота, примерно в 10 раз более опасные, чем угарный газ, доля токсичности альдегидов относительно невелика и составляет 4-5 % от общей токсичности выхлопных газов [19]. Сильно отличается токсичность различных углеводородов, однако особенно, то

что непредельные углеводороды в присутствии диоксида азота фотохимически окисляются и образют ядовитые кислородсодержащие соединения , входящие в составляющие смог.

Все виды автоцистерн наносят большой ущерб как и окружающей среде, так и человеку. Длительный контакт с вредной средой, отравленной выхлопными газами агрегата, вызывает общую слабость организма, что приводит к иммунодефициту [18]. Постоянный количественный рост агрегатного парка неизбежно влечёт за собой возрастание объёма выброса вредных веществ в атмосферу.

Для защиты окружающей среды от вредных выбросов на предприятии предусмотрены устройства, отсасывающие пыль с подключением их к заводской системе вентиляции и пылеулавливания. Кроме этого, все технологические жидкости, используемые на участке по мере их использования, хранятся отдельно, подвергаются утилизации и сбору их в заводские системы очистки выбросов до установленных норм. На участке, с целью защиты окружающей среды, предусмотрено сокращенное потребление различных видов энергии, технологических материалов и жидкостей. Это достигнуто за счет их рационального использования. Для снижения загрязнения воздуха выхлопными газами от агрегата могут быть использованы детали и материалы технически усовершенствованные, использованы альтернативные виды топлива, произведена замена двигателей внутреннего сгорания на экологически чистые.

Агрегат АЦЭ-6,6 соответствует общим санитарно-гигиеническим требованиям по выбросам веществ в атмосферу [20].

4 Расчет экономического эффекта от применения агрегата АЦЭ-6,6 с оптимизированной системой защиты цистерны

4.1 Общие сведения

На настоящем этапе при транспортировке нефтепродуктов и неагрессивных технологических жидкостей на предприятии ООО «Таргин Механосервис» используются агрегаты АЦЭ-6,6.

Предлагается оптимизировать систему отбора газо-воздушной смеси из цистерны путём замены гидрозатвора (устройства защиты цистерны от попадания искр из системы выхлопа), работающего на жидкости и имеющего ряд недостатков на огнепреградитель.

Экономический эффект достигается за счёт увеличения межремонтного периода в результате повышения надёжности агрегата, снижения затрат на эксплуатацию агрегата, снижении себестоимости агрегата за счёт экономии материала при производстве, а так же снижении трудоёмкости изготовления агрегата. Исходные данные представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Наименование	Гидрозатвор	Огнепреграитель
1 Объем внедрения, шт.	1	1
2 Срок службы, час.	70080	70080
3 Стоимость оборудования, руб.	7538,53	-
4 Межремонтный период, сут.	182,5	730
5 Затраты на ремонт оборудования, руб.	853,7	-
6 Стоимость автоцистерны АЦЭ-6,6, руб.	2873561	-

4.2 Расчет капитальных вложений

Расчёт стоимости основных материалов для производства огнепреградителя приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет стоимости основных материалов

Наименование	Норма расхода, шт.	Цена, руб./шт.	Сумма, руб.
1 Пластины	94	15	1410
2 Крышка	1	210	210

3 Фланец	1	425	425
4 Втулка	4	186	744
Итого	-	-	2789

Расчет стоимости вспомогательных материалов для производства огнепреградителя приведен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Расчет стоимости вспомогательных материалов

Наименование	Норма расхода, шт.	Цена, руб./шт.	Сумма, руб.
1 Гайки	16	18	288
2 Шайбы	8	10	80
Итого	-	-	368

Расчёт основной заработной платы на изготовление огнепреградителя представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расчёт основной заработной платы

Наименование операций	Разряд	Норма времени, ч.	Тарифная ставка руб./ч.	Сумма руб.
1 Заготовительная	3	0,12	46,7	5,6
2 Фрезерная	3	0,4	48,8	19,52
3 Токарная	4	0,35	54,1	18,93
4 Слесарная	4	1,25	56,9	71,12
5 Слесарь-монтажник	3	2,05	52,6	107,83
6 Премия (20 % от тарифной заработной платы)	-	-	-	44,6
7 Районный коэффициент (0,15 от сумм тарифной заработной платы и премии)	-	-	-	40,14
Итого	-	-	-	307,74

Расчет стоимости оптимизированного узла приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет стоимости огнепреградителя

Статьи затрат	Сумма, руб.
1 Основные материалы (таблица 4.2)	2789
2 Вспомогательные материалы (таблица 4.3)	368
3 Транспортно-заготовительные расходы (5 % от суммы строк 1 и 2)	157,85
4 Топливо и энергия на технологические цели (5 % от суммы строк 1 и 2)	157,85
5 Основная заработная плата (таблица 4.4)	307,74
6 Дополнительная заработная плата (10 % от строки 5)	30,77
7 Отчисления на социальные нужды (30,2 % от суммы строк 5 и 6)	102,23
8 Расходы по содержанию и эксплуатаций оборудования (1 % от суммы строк 5 и 6)	3,38
9 Расходы по подготовке и освоению производства (5 % от суммы строк 5 и 6)	16,92
10 Цеховые расходы (10 % от суммы строк 5 и 6)	33,85
11 Общепроизводственные расходы (25 % от суммы строк 5 и 6)	84,63
12 Производственная себестоимость продукции (сумма строк с 1 по 11)	4052,22
13 Внепроизводственные расходы (7 % от производственной себестоимости)	283,65
14 Полная себестоимость продукции (сумма строки производственной себестоимости и строки 13)	4335,87
15 Прибыль (20 % от полной себестоимости)	867,17
16 Цена предприятия (сумма полной себестоимости и строки 15)	5203,04
17 Налог на добавленную стоимость (18 % от цены предприятия)	936,55
18 Отпускная цена огнепреградителя (цена предприятия плюс НДС)	6139,6

Новая цена автоцистерны после замены гидрозатвора на огнепреградитель определяется по формуле [21]

$$Цн = Ц_{Б} - Ц_{БУ} + Ц_{НУ} = 2873561 - 7538{,}5 + 6139{,}6 = 2859882{,}9 \ \ р, \qquad (4.1)$$

где $Ц_{Б}$ – цена агрегата по базовому варианту, руб;

$Ц_{БУ}$ – цена базового узла, руб;

$Ц_{НУ}$ – цена оптимизированного узла, руб.

4.3 Расчет (корректировка) эксплуатационных затрат

Расчет стоимости приобретаемых изделий при ремонте огнепреградителя приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет стоимости приобретаемых изделий при ремонте огнепреградителя

Наименование изделий	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1 Гайки	16	18	288
2 Шайбы	8	10	80
Итого	-	-	368

Расчет стоимости вспомогательных материалов при ремонте огнепреградителя приведен в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Расчет стоимости вспомогательных материалов при ремонте огнепреградителя

Наименование материалов	Кол-во, кг.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1 Смазка Солидол	0,3	90	27
Итого	-	-	27

Расчет основной заработной платы при ремонте огнепреградителя приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Расчет основной заработной платы при ремонте огнепреградителя

Наименование операций	Разряд	Норма времени, ч.	Тарифная ставка руб./ч.	Сумма руб.
1 Подготовительные работы	3	0,3	47,9	14,37
2 Разборка огнепреградителя	4	0,45	49,3	22,18
3 Слесарно-сборочная	4	0,35	54,1	18,93
4 Сборка огнепреградителя	4	1	51,9	51,9

Наименование операций	Разряд	Норма времени, ч.	Тарифная ставка руб./ч.	Сумма руб.
5 Премия (20 % от тарифной заработной платы)	-	-	-	21,48
6 Районный коэффициент (0,15 от сумм тарифной заработной платы и премии)	-	-	-	19,32
Итого	-	-	-	148,18

Расчет стоимости ремонта огнепреградителя приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет стоимости ремонта огнепреградителя

Статьи затрат	Сумма, руб.
1 Основные материалы при ремонте	395
2 Основная заработная плата (таблица 4.7)	148,18
3 Дополнительная заработная плата (10 % от строки 2)	14,81
4 Отчисления на социальные нужды (30,2 % от суммы строк 2 и 3)	49,22
5 Расходы по содержанию и эксплуатаций оборудования (1 % от суммы строк 2 и 3)	1,63
6 Расходы по подготовке и освоению производства (5 % от суммы строк 2 и 3)	8,15
7 Цеховые расходы (10 % от суммы строк 2 и 3)	16,29
8 Общепроизводственные расходы (25 % от суммы строк 2 и 3)	40,75
Итого	674,1

Годовые текущие издержки определяются по формуле [21]

$$И = \left(\frac{365}{T}\right) \cdot C_p \cdot n, \qquad (4.2)$$

где T – межремонтный период, сут;

C_p – стоимость ремонта, руб;

n – количество единиц оборудования, шт.

Тогда для базового варианта

$$И_б = \left(\frac{365}{T}\right) \cdot C_{рбаз} \cdot n = \left(\frac{365}{182,5}\right) \cdot 853,7 \cdot 1 = 1707,4 \ р. \qquad (4.3)$$

Для нового варианта

$$И_н = \left(\frac{365}{T}\right) \cdot C_{рнов} \cdot n = \left(\frac{365}{730}\right) \cdot 674,1 \cdot 1 = 337,05 \ р. \quad (4.4)$$

Расчет годовых текущих издержек на эксплуатацию оборудования по базовому и новому вариантам производиться в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет годовых текущих издержек

Статьи затрат	По базовому варианту	По новому варианту	Отклонения +, -
1 Текущий ремонт основных фондов, руб.	1707,4	337,05	- 1370,35
2 Итого $(И_t)$, руб.	1707,4	337,05	- 1370,35

4.4 Расчет экономического эффекта

Годовой экономический эффект определяется по формуле [21]

$$Э = \frac{(З_1 - З_2)}{(K_р + E_н)} = \frac{(540212,73 - 536279,1)}{(0,0874 + 0,1)} = 20990,5 \ р, \quad (4.5)$$

где $З_1$ и $З_2$ – годовые затраты на реализацию мероприятия, соответственно по базовому и предлагаемому варианту;

$K_р$– коэффициент реновации основных фондов;

$E_н$– норматив приведения разновременных результатов и затрат к расчетному году, принятый равным 0,1;

$З_1$ – рассчитаем по формуле;

$$З_1 = И_1 + (K_р + E_н) \cdot K_1 = 1707,4 + (0,0874 + 0,1) \cdot 2873561 = 540212,73 \ р, \quad (4.6)$$

$И_1$– годовые изменения издержек по базовому варианту;

K_1– цена до внедрения нового узла, руб;

$З_2$ – рассчитываем по формуле;

$$З_2 = И_2 + (K_р + E_н) \cdot K_2 = 337,05 + (0,0874 + 0,1) \cdot 2859882,9 = 536279,1 \ р, \quad (4.7)$$

$И_2$ – годовые изменения издержек по новому варианту;

K_2 – цена после внедрения нового узла, руб;

K_P – определяем по формуле;

$$K_P = \frac{E_H}{(1+E_H)^{t_{сл}} - 1} = \frac{0,1}{(1+0,1)^8 - 1} = 0,0874, \quad (4.8)$$

где $t_{сл}$ – срок службы оборудования по базовому варианту, лет.

Среднегодовой экономический эффект определяется по формуле

$$Э_{среднегод} = \frac{Э}{t_{сл}} = \frac{20990,5}{8} = 2623,8 \text{ р.} \quad (4.9)$$

Рассчитываем прирост прибыли по следующей формуле

$$ЧП = Э - (Э \cdot 0,2) = 20990,5 - (20990,5 \cdot 0,2) = 16792,4 \text{ р.} \quad (4.10)$$

Среднегодовая прибыль за расчетный период

$$ЧП_{среднегод} = \frac{ЧП}{t_{сл}} = \frac{16792,4}{8} = 2099,05 \ \ p. \quad (4.11)$$

Экономический эффект от внедрения огнепреградителя приведен в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Экономический эффект от оптимизации схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6

Показатель	Вариант		Отклонение	
	Гидро затвор	огнепрегра дитель	абсолютно е	в %
1 Объем внедрения, шт.	1	1	-	-
2 Стоимость агрегата АЦЭ-6,6, руб.	2873561	2859882,9	- 13678,1	- 0,05
3 Нормативный срок службы, лет	8	8	-	-
4 Межремонтный период, сут.	182,5	730	+ 547,5	+ 75
5 Стоимость ремонта оборудования, руб.	853,7	674,1	- 179,6	- 21
6 Годовые эксплуатационные затраты потребителя, руб.	1707,4	337,05	- 1370,35	- 26,6
7 Стоимостная оценка затрат на реализацию мероприятия, руб./год	540212,73	536279,1	- 3933,62	- 2,7
8 Экономический эффект, руб.:				
- за расчетный период	-	20990,5	-	-
- среднегодовой	-	2623,8	-	-

9 Чистая прибыль, руб.:				
- за расчетный период	-	16792,4	-	-
- среднегодовой	-	2099,05	-	-

Из произведенных расчетов видно, что при оптимизации системы отбора газо-воздушной смеси из цистерны, путём замены гидрозатвора на огнепреградитель, снижается цена на агрегат, а также снижаются затраты на обслуживание и ремонт. Чистая прибыль за расчетный период составляет 16792,4 рублей, а данное мероприятие так же является экономически целесообразным. На автоцистернах АЦЭ-6,6 устанавливаются огнепреградители сухого типа, благодаря этому повышается надежность агрегатов (увеличивается межремонтный период системы эжекции), так как при эксплуатации старой конструкции с гидрозатвором в систему эжекции попадает жидкость, что ведёт к остановке работы агрегата и его ремонту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уровень экономического развития страны и темпы технического прогресса во многом определяются обеспеченностью нефтегазовыми ресурсами.

Необходимость реализации новых технологий, получивших массовое применение, обусловило создание и столь же массовое внедрение большого числа типов и типоразмеров совершенно новых видов машин и оборудования, без которых осуществление новых технологий невозможно.

Одним из недостатков автоцистерны АЦЭ-6,6 является выплеск жидкости из гидрозатвора, что приводит к преждевременной поломке системы эжекции. С целью устранения и решения этой проблемы была предложена оптимизация схемы огнепреградителя, благодаря чему увеличился межремонтный период оборудования, что подтверждается расчетами.

С точки зрения безопасности труда, оптимизация схемы огнепреградителя соответствует требованиям промышленной безопасности.

С точки зрения охраны окружающей среды – соответствует санитарным нормам.

Экономическая целесообразность оптимизации схемы огнепреградителя обусловлена экономией затрат на обслуживание и ремонт системы эжекции, снижением себестоимости и трудоёмкости изготовления агрегата, что подтверждается экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Рыбаков, К.В. Автомобильные цистерны для транспортирования нефтепродуктов [Текст]: учебник / К.В. Рыбаков, В.Д. Савин, В.А. Митягин. – М.: Транспорт, 2007. – 160 с.

2 Бухарин, Н.А. Автомобили. Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля [Текст]: учебник / Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин. – Л.: Машиностроение, 2006. – 504 с.

3 Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт [Текст]: учебник / В.Н. Барун [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2013. – 352 с.: ил.

4 Абрамзон, Л.С. Эжекторная выкачка нефтепродуктов с высокой упругостью паров [Текст]: учебник / Л.С. Абрамзон, М.С. Илембитов, В.Я. Шлидер-

ман. – М.: Гостоптехиздат, 2004. – 79 с.

5 Расчеты к технологическому проекту агрегата АЦ-8,5-255Б, АЦ-10 [Текст]: монография / В.Г. Николаев [и др.]. – СПб: Дормаш, 1998. – 90 с.

6 Предохранительные устройства для защиты химического оборудования [Текст]: учеб. пособие / под ред. В.И. Водяник. – М.: Химия, 2009. – 144 с.

7 Стрижевский, И.И. Промышленные огнепреградители [Текст]: учебник / И.И. Стрижевский, В.Ф. Заказнов. – М.: Химия, 1999. – 152 с.

8 Белов, А.Ф. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование [Текст]: учебное пособие / А.Ф. Белов. – М.: Машиностроение, 2011. – 98 с.

9 Афанасьев, П.П. Конструктивная безопасность автомобиля [Текст]: учебное пособие / П.П. Афанасьев, А.Б. Дьяков. – М.: Машиностроение, 2006. – 342 с.

10 Рудинин, М.Н. Справочное пособие по сопротивлению материалов [Текст]: справочник / М.Н. Рудинин, П.Я. Артёмов. – Минск: Высшая школа, 2001. – 156 с.

11 Андреев, В.И. Краткий физико-технический справочник [Текст]: справочник / В.И. Андреев. – М.: Машиностроение, 2003. – 216 с.

12 ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность – М.: ИПК издательство стандартов, 2016. – 56 с.

13 Рудин, М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика [Текст]: учебник / М.Г. Рудин, В.Е. Сомов, А.С. Фомин. – Л.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004. – 336 с.

14 Защита нефтепромыслового оборудования от коррозий [Текст]: учебник / Л.С. Саакиян [и др.]. – М.: Недра, 2005. – 206 с.

15 Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда [Текст]: учебник / П.П. Кукин [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2007. – 320 с.

16 Куцын, П.В. Охрана труда в нефтяной и газовой промышленности [Текст]: учебник / П.В. Куцын. – М.: Недра, 2014. – 247 с.

17 Бурма, А.И. Октябрьский и октябрьцы [Текст]: учебник / А.И. Бурма, В.Н. Соколова, И.И. Немков. – М.: Недра, 2003. – 304с.

18 Автомобильные двигатели [Текст]: учебник / В.М. Архангельский, [и др.]. – М.: Машиностроение, 2010. – 558 с.

19 Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты газоочистки [Текст]: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – Пенза: ПГУ, 2006. – 201 с.

20 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны – М.: Стандартинформ, 2008. – 52 с.

21 Мамаева, Л.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению экономической части выпускной квалификационной работы для направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» профиль «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» [Текст]: учебно-методическое пособие / Л.Н. Мамаева. – Октябрьский: УГНТУ, 2017. – 12 с.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Перечень демонстрационных материалов

1 Автоцистерна АЦЭ-6,6 (Схема комбинированная структурная)
2 Агрегат для транспортировки конденсата и нефтепродуктов АЦЭ-6,6 (Чертеж общего вида)
3 Система эжекции и выхлопа (Сборочный чертеж)
4 Обратный клапан (Сборочный чертеж)
Пружина. Прокладка. Шток (Чертежи деталей)
5 Огнепреградитель (Сборочный чертеж)
Пластина. Пластина. Крышка. Фланец. Втулка (Чертежи деталей)
6 Переключатель (Сборочный чертеж)
Корпус. Крышка. Прокладка. Пружина (Чертежи деталей)
7 Экономический эффект от оптимизации схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6 (Таблица)

Перечень рисунков в ВКР

Лист
Рисунок 1.1 – Автоцистерна АЦ-10……. 8
Рисунок 1.2 – Прицеп – цистерна ПЦ-8-8350……. 10
Рисунок 1.3 – Автомобиль – цистерна АЦ-8-500А……. 11
Рисунок 1.4 – Агрегат АЦЭ-6,6…… 13
Рисунок 1.5 – Цистерна……. 15
Рисунок 1.6 – Предохранительный клапан…….. 16
Рисунок 1.7 – Гидрозатвор…… 17
Рисунок 1.8 – Заземляющее устройство…….. 18
Рисунок 1.9 – Схема устройства эжектора…….. 27
Рисунок 1.10 – Перемешивание жидкости в эжекторе……... 28
Рисунок 1.11 – Характеристика эжектора……... 30
Рисунок 1.12 – Схема комбинированная структурная агрегата АЦЭ-6,6… 32
Рисунок 1.13 – Схема расположения пластин огнепреградителя……. 33
Рисунок 1.14 – Схема центра тяжести агрегата…….. 36
Рисунок 1.15 – Схема расположения нагрузок агрегата…… 37
Рисунок 1.16 – Поперечная устойчивость агрегата…… 37
Рисунок 1.17 – Продольная устойчивость агрегата…… 40
Рисунок 1.18 – Схема расположения опор цистерны……..... 43
Рисунок 1.19 – Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов……... 44
Рисунок 1.20 – Сечение обечайки цистерны……... 46
Рисунок 1.21 – Расположение опор цистерны…… 48
Рисунок 1.22 – Сечение опоры……. 50
Рисунок 1.23 – Схема центра тяжести навесного оборудования…….. 52
Рисунок 1.24 – Схема центра тяжести автоцистерны……. 53
Рисунок 1.25 – Уровень загрязнения пластин огнепреградителя……. 54
Рисунок 2.1 – Диаграмма коэффициента травматизма LTIF……. 63
Рисунок 2.2 – Схема проведения испытаний огнепреградителя……... 65

Перечень таблиц в ВКР

Лист
Таблица 1.1 – Техническая характеристика автоцистерны АЦ-10……... 9
Таблица 1.2 – Техническая характеристика прицеп – цистерны ПЦ-8-8350……... 11
Таблица 1.3 – Техническая характеристика агрегата АЦ-8-500А……. 12
Таблица 1.4 – Техническая характеристика автоцистерны АЦЭ-6,6…… 14
Таблица 1.5 – Возможные неисправности агрегата АЦЭ-6,6…… 23
Таблица 1.6 – Нагрузки на оси агрегата…….. 36
Таблица 1.7 – Коэффициент поперечной устойчивости агрегатов……... 39
Таблица 1.8 – Техническая характеристика шасси КамАЗ-43101…… 51
Таблица 1.9 – Распределение осевых нагрузок шасси от оборудования….. 51

Таблица 2.1 – Токсичные и пожароопасные свойства веществ…… 64
Таблица 4.1 – Исходные данные……... 70
Таблица 4.2 – Расчет стоимости основных материалов……. 71
Таблица 4.3 – Расчет стоимости вспомогательных материалов…… 71
Таблица 4.4 – Расчёт основной заработной платы……. 71
Таблица 4.5 – Расчет стоимости оптимизированного узла…… 72
Таблица 4.6 – Расчет стоимости приобретаемых изделий при ремонте огнепреградителя……... 73
Таблица 4.7 – Расчет стоимости вспомогательных материалов при ремонте огнепреградителя…… 73
Таблица 4.8 – Расчет основной заработной платы при ремонте огнепреградителя……... 73
Таблица 4.9 – Расчет стоимости ремонта огнепреградителя……. 74
Таблица 4.10 – Расчет годовых текущих издержек…… 75
Таблица 4.11 – Экономический эффект от оптимизации схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6……... 77

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Перечень демонстрационных листов

Номер листа	Формат листа	Название чертежа (плаката)	Формат чертежа	Шифр чертежа
1	А1	Автоцистерна АЦЭ-6,6 (Схе-ма комбинированная струк-турная)	А1	0200 414000 000 С1
2	А1	Агрегат для транспортировки конденсата и нефтепродуктов АЦЭ-6,6 (Чертеж общего вида)	А1	0200 414000 000 ВО
3	А1	Система эжекции и выхлопа	А1	0200 414003 000 СБ

		(Сборочный чертеж)		
4	А1	Обратный клапан (Сборочный чертеж)	А2	0200 414004 000 СБ
		Пружина	А3	0200 414004 004
		Прокладка	А4	0200 414004 003
		Шток	А4	0200 414004 005
5	А1	Огнепреградитель (Сборочный чертеж)	А3	0200 414005 000 СБ
		Пластина	А3	0200 414005 001
		Пластина	А4	0200 414005 002
		Крышка	А4	0200 414005 003
		Фланец	А4	0200 414005 004
		Втулка	А4	0200 414005 005
6	А1	Переключатель (Сборочный чертеж)	А3	0200 414012 000 СБ
		Корпус	А3	0200 414012 002
		Крышка	А3	0200 414012 004
		Прокладка	А4	0200 414012 006
		Пружина	А4	0200 414012 007
7	А1	Экономический эффект от оптимизации схемы огнепреградителя автоцистерны АЦЭ-6,6	-	-