

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка установки для мойки деталей и узлов легковых
автомобилей

Студент

Д.М. Болгарцев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Кравцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора - директор
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В работе представлена разработка прогрессивной конструкции мойки деталей и узлов легкового автомобиля. Целью работы является повышение эффективности операции мойки деталей при ремонте узлов и агрегатов автомобиля.

В первом разделе выполнен литературный и патентный обзор существующих конструкций моек, проанализированы их конструктивные и эксплуатационные особенности, выявлены их недостатки.

Во втором разделе представлено техническое задание на разработку прогрессивной конструкции мойки, выполнено проектирование и расчет основных узлов мойки.

В третьем разделе представлен техпроцесс мойки деталей и узлов легкового автомобиля.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Литературный и патентный обзор современных конструкций установок для мойки.....	5
2 Проектирование и расчет конструкции установки.....	17
2.1 Разработка технического задания на проектирование установки для мойки деталей и узлов ..	17
2.2 Техническое предложение на установку для мойки деталей и узлов...	18
2.3. Расчет колеблющейся механической системы, закрепленной по контуру..	20
2.4 Расчет одностержневого электромагнита.....	20
2.5 Описание работы установки для мойки деталей и узлов автомобиля.....	23
2.6 Руководство по эксплуатации	24
3 Разработка технологического процесса мойки деталей.....	27
3.1 Разработка технологической карты мойки деталей и узлов.....	27
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	29
4.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	29
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	29
4.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	30
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	31
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	33
4.6 Заключение по разделу.....	35
Заключение.....	37
Список использованных источников.....	38

ВВЕДЕНИЕ

Легковой автомобильный транспорт является самым распространенным и в то же время удобным для перевозки пассажиров и легких не габаритных грузов.

При эксплуатации автомобиля происходит изменение его технического состояния и состояния его агрегатов, которое по истечении определенного времени может привести к частичной или полной потере его работоспособности [1].

Для обеспечения работоспособности транспортного средства в период его эксплуатации необходимо техническое обслуживание и ремонт [2].

Одной из актуальных задач ремонтного производства как эффективного вспомогательного инструмента обеспечения бесперебойности работы автотранспортных предприятий является повышение эффективности и снижения трудоёмкости неосновных технологических операций. Одним из таких операций является предремонтная мойка деталей и узлов [1].

В современном автомобильном транспорте, одной из актуальных проблем является проблема обеспечения высокой чистоты поверхностей деталей и узлов механизмов автомобиля. Наличие различного рода загрязнений приводят к ухудшению эксплуатационных характеристик узлов транспортных средств и преждевременному выходу их из строя.

В настоящее время ведущие мировые производители выпускают различные машин для мойки изделий: конвейерные машины, рельсовые моечные системы, циклические системы и т.д. [3] Однако, несмотря на повышенный интерес к проблеме мойки деталей данный вопрос требует дальнейшей проработки и совершенствования установок для мойки изделий автомобильного транспорта.

1 Литературный и патентный обзор современных конструкций установок для мойки

В настоящее время основным способом мойки деталей и узлов автомобилей и транспортных средств является такие способы как ручная мойка в жидких средах с содержанием углеводов, также используются струйные мойки и мойки с применением ультразвука [4].

Струйную мойку в основном используют для общей очистки узлов машин и деталей. В основу конструкции таких моек положено наличие моечной камеры с реагентами, гидродинамические агрегаты (насосы, гидранты) и транспортирующее устройство.

Известна конструкция установки для мойки с использованием механических колебаний [5]. Конструкция мойки (рис. 1.) предусматривает в ней наличие каналов дугообразной формы с регулируемыми окнами. Внутри каналов расположен перфорированный контейнер с двумя раструбами и соединенные с ним с двух сторон. В конструкции мойки предусмотрено наличие асинхронного двигателя, запитанного от трехфазной сети переменного тока. Электродвигатель через муфту соединен с приводным валом. Вал в свою очередь соединен с одним концом упругой скобы. Отличительной особенностью данной конструкции является отсутствие кривошипно-шатунного механизма, что обуславливает упрощение конструкции механизма.

Известная конструкция мойки (рис. 2), состоящая из ванны, внутри которой располагается платформа, совершающая колебательные движения [6]. На платформе монтируются два контейнера с перфорированными отверстиями, в которые загружаются детали. Платформа выполнена в виде сварной рамы с кронштейнами, в которых посредством подшипникового узла монтируется вал редуктора, приводящий в качающее движение платформу. Ограничение качания платформы обеспечивается за счет наличия двух специальных ограничителей. Для фиксации платформы в крайнем положении мойка снабжена специальной механической защелкой.

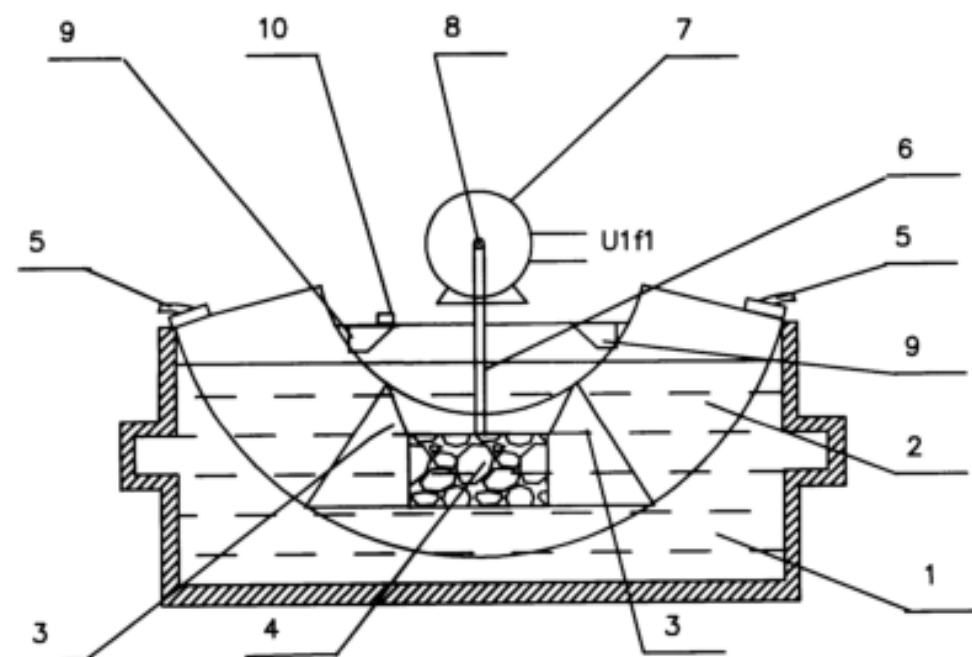


Рисунок 1 - Установка для мойки деталей и узлов машин
(патент РФ № 2240186)

Вращательное движение приводного вала обеспечивается асинхронным электродвигателем. Установка для мойки деталей и узлов работает следующим образом. Загрязненные детали помещаются в два контейнера 10. Контейнеры устанавливаются в ванной 1 на платформе 2. Цикл мойки начинается с освобождения платформы из крайнего верхнего положения, путем срабатывания механической защелки.

Колебательное движение платформы осуществляется за счет того, что платформа подвешена на двух кронштейнах 5 и приводится в движение с помощью асинхронного двигателя 3 соединенного с валом 4 редуктора 7. Движение платформы активизируется посредством действия выталкивающих сил, приложенных к контейнерам 10. В результате того, что платформа изначально смещена от горизонтального положения, то под действием равнодействующей сил выталкивания создается крутящий момент, приводящий в движение электродвигатель. При прохождении платформы через крайнее нижнее положение двигатель выходит на установившуюся скорость и «выводит» платформу в новое крайнее верхнее положение.

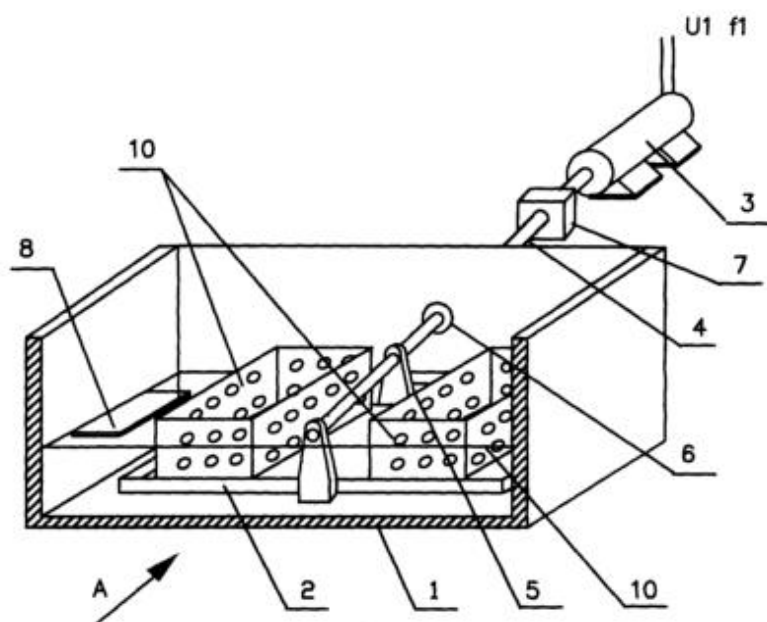


Рисунок 2 – Устройство для мойки деталей
(патент РФ № 2241552)

В новом крайнем положении платформа совершает удар об ограничитель 8, при котором часть кинетической энергии передается движущимся массам (приводным узлам установки – вал 4, вал двигателя 3, кронштейны 5, вращающиеся конструктивные элементы редуктора 7 и двум контейнерам с деталями 10.). При этом скорость изменяет свой знак, скольжение двигателя уменьшается и на его вал действует момент, противоположный по знаку до удара. Это приводит к разгону двигателя в обратном направлении и платформа с контейнерами и деталями вновь перемещается в крайнее положение, в котором также происходит упругий удар об ограничитель и далее цикл повторяется. Таким образом, платформа совершает возвратно-поступательные качающие движения, сопровождающиеся в одном цикле двумя упругими ударами. Это способствует отделению частиц грязи с деталей. Недостатком данной конструкции мойки можно отметить то, что в процесс ее работы сопровождается ударными нагрузками, что в последствие может привести выходу из строя приводных конструктивных элементов мойки.

Известна конструкция установки для мойки деталей [7], предназначенная для повышения эффективности мойки деталей в ремонтном производстве. Установка (рис. 3) состоит из моечной камеры 1 с системой коллекторов 2, рамы 10 и подпружиненных колес 3. Наружные диаметры колес выполнены разного габаритного размера и установлены эксцентрично друг относительно друга.

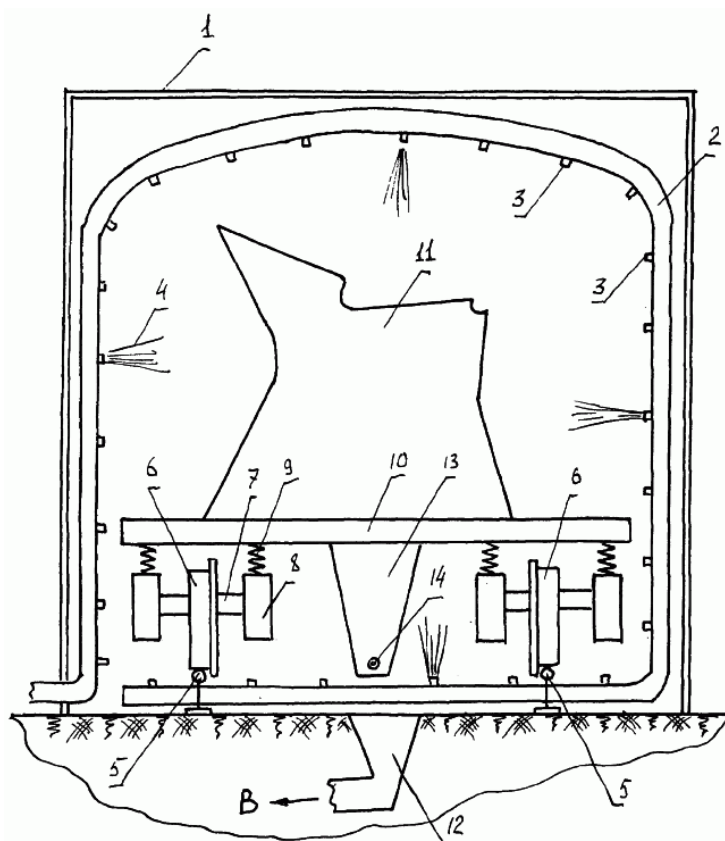


Рисунок 3 – Установка для мойки деталей (патент РФ № 2267366)

Внутри моечной камеры 1 с определенным шагом располагается система коллекторов 2 с соплами 3 из которых подается моечный раствор 4. На основании камеры установки смонтированы направляющие рельсы 5, «по которым перемещаются колеса 6, имеющие различный по кругу катания диаметр и установленные на осях 7 эксцентрично» [7]. Буксы 8 служат для монтажа в них вышеупомянутых осей 7, при это оси подпружинены пружинами сжатия 9. Снизу моечной камеры имеется коллектор 12, предназначенный

для сбора стекающего моечного раствора. Для перемещения рамы с изделием 11 по направляющим предусматривается лебедка.

Установка работает следующим образом. Загрязненное изделие устанавливается на раму тележки вне моечной камеры. Далее с помощью приводной лебедки рама с изделием подается в моечную камеру. Подается моющий раствор под давлением и через систему коллекторов и сопел моющий раствор подается на изделие. При этом раме с помощью лебедки сообщается возвратно-поступательное движение, а учитывая то, что колеса выполнены разного диаметра рама будет совершать сложные пространственные движения относительно сопел, обеспечивая тем самым более эффективную очистку изделия.

Известно также техническое решение для установки для мойки изделий по патенту РФ № 2318616 [8], представленное на рис. 4. Представленная установка состоит из камеры 1 с контурами 2 для промывки изделий 3. Под камерой располагается ванна 4 с фильтрующими перегородками 5. Под камерой располагается насос 6, предназначенный для подачи моющего раствора. Контур промывки состоит из системы сопел. Емкость 7 служит для регенерации моющего раствора. В этой емкости монтируются магнитные перегородки 8 и 9, предназначенные для улавливания взвешенных ферромагнитных частиц. Емкость для регенерации жидкости связана с моечной камерой посредством регулирующего вентиля 12 и рециркуляционного насоса 13, через который подается очищенный раствор в моющую камеру.

Установка работает следующим образом. Насос 6 под давлением в контуры 2 подает раствор моющей жидкости. С помощью регулировочного вентиля 17 осуществляется регулировка давления по датчику контроля давления 19. Отработавший моющий раствор стекает с изделия 3 и подается в ванну 4, в которой посредством магнитных перегородок регенерируется и через всасывающий патрубок 6 вновь нагнетается в контур промывки 2.

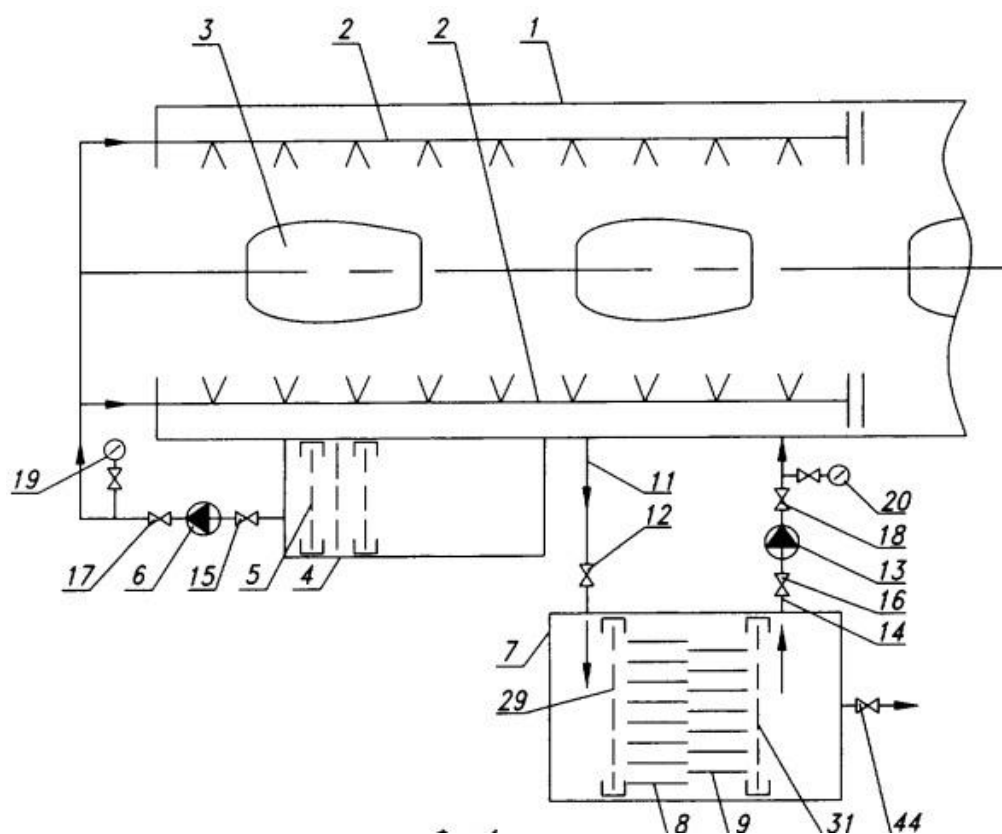


Рисунок 4 – Установка для мойки изделий (патент РФ № 2318616)

Представленное изобретение позволяет улучшить качество промывки изделий и повысить ресурс использования моющего раствора.

Известно изобретение для очистки деталей по патенту РФ № 2177375 (рис. 5) [9]. «Устройство состоит из моечной ванны 1, в днище которой установлена пористая керамическая полусфера, емкости с изделиями, центробежного шарикового вибровозбудителя с приводом от сжатого воздуха, при этом трубопровод отвода сжатого воздуха снабжен индуктором для получения озоновоздушной смеси и установлен на входе в керамическую полусферу» [9].

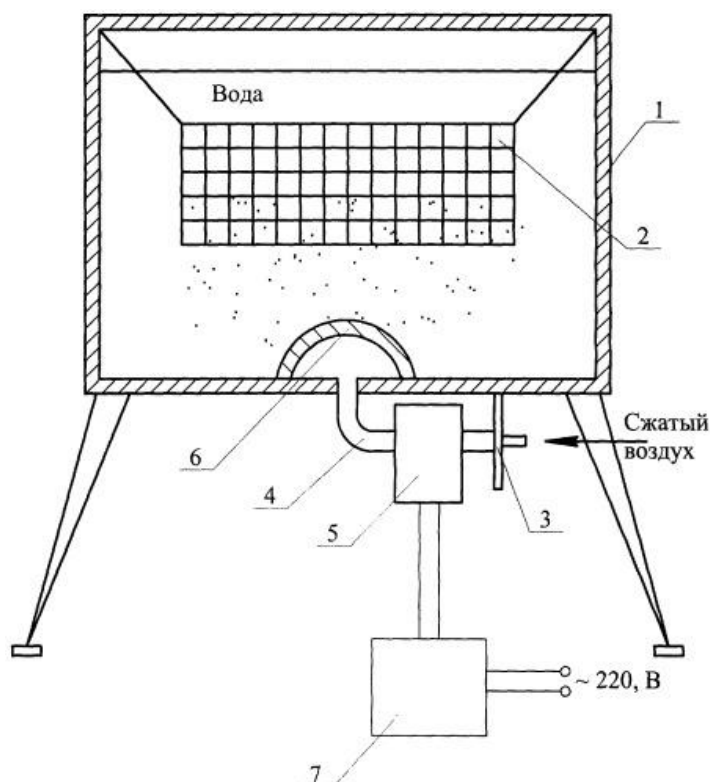


Рисунок 5 – Устройство для очистки изделий (Патент РФ № 2177375)

В моечной ванне 1 располагается корзина 2, в которую укладываются загрязненные изделия. В днище ванны вмонтирован центробежный вибрационный механизм шарикового типа с приводом от сжатого воздуха 3. Устройство работает следующим образом [9]. Загрязненные детали укладывают в металлическую сетку 2 и помещают в корзину. Моечную ванну заполняют моющим раствором и включают центробежный насос с пневмоприводом 3. При этом, в результате подачи сжатого воздуха под давлением 4-5 кг/см² днищу ванны сообщаются вибрации с частотой около 400 Гц. Вибрации днища ванны создают кавитационные эффекты в моющем растворе, что способствует эффективному отделению частиц грязи и остатков масла от деталей. Воздействие кавитационных пузырьков сжатого воздуха и упругих колебаний днища ванны приводит к эффективной очистке деталей.

Широкое распространение при мойке и очистке деталей и узлов автомобильного транспорта получили двухкамерные моечные машины. Такие типы машин реализуют принцип двух и более ступенчатой очистки изделий [2]. На рис. 6 представлена конструкция двухкамерной моечной машины.

Данный тип машины относится к конвейерной мойке. Очищаемые детали подвергаются вначале воздействию моющего раствора, а затем ополаскиваются водой. Производительность таких машин значительно выше однокамерных при одинаковой мощности установок.

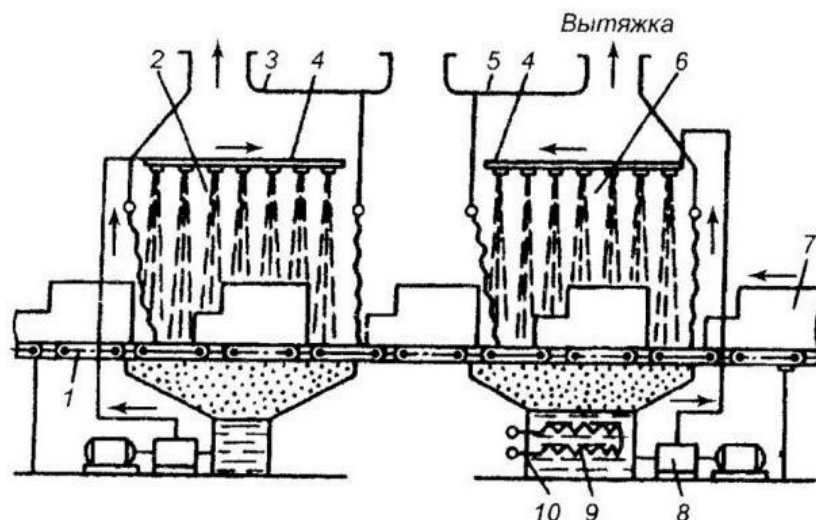


Рисунок 6 - Двухкамерная моечная машина

Представленная на рис. 6 двухкамерная машина состоит из цепного конвейера 1 и двух моечных камер 2 и 6. Загрязненные детали помещают в специальные поддоны 7, которые устанавливают на цепной конвейер при прохождении поддонов с деталями через камеры на них воздействуют моечной жидкостью, поступающей через системы коллекторов 3, 4, 5. Насосы 8 служат для подачи моющих растворов под давлением. В ряде случаев камеры могут снабжаться нагревательными элементами 9, 10 для подогрева моющего раствора.

Известны также конструкции моек на основе гидродинамического воздействия. На рис. 7 схематично представлена конструкция такого типа мойки [10]. В такой установке детали и узлы помещают в моющую жидкость. Установка содержит ванну 1, диск – активатор 2, приводящийся во вращательное и вибрационное движение посредством редуктора 5 и электродвигателя 6. Загрязненные детали 3 помещают в раствор 4. В результате работы вибрационного привода 5, снабженного специальным кулачком активационный диск

совершает колебательные движения и тем самым вызывает в моющем растворе кавитационные явления. При этом происходит эффективная очистка.

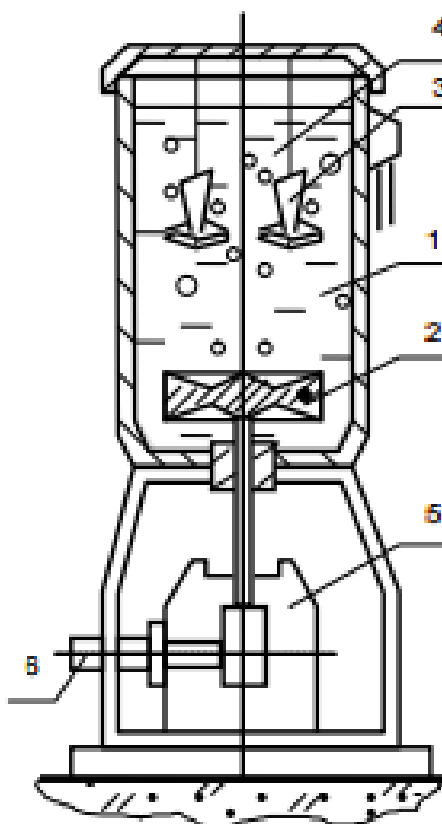


Рисунок 7 – Установка для кавитационной мойки

Технологии гидрокавитационной мойки в последнее время находят все более широкое применение благодаря их эффективности [11, 12, 13].

Известно изобретение [14], относящееся к способу гидрокавитационной очистке деталей. Сущность такого способа заключается в следующем: детали располагают в специальной ванне с моющей жидкостью и сообщают им вращательное движение со скоростью от 1 до 10 об/с. При этом в заполненном моющей жидкостью объеме формируют высоконапорные пульсирующие струйные потоки, направленные на детали под разными углами. В процессе очистки пульсация гидродинамического давления осуществляется с частотой в диапазоне от 10 до 10000 Гц.

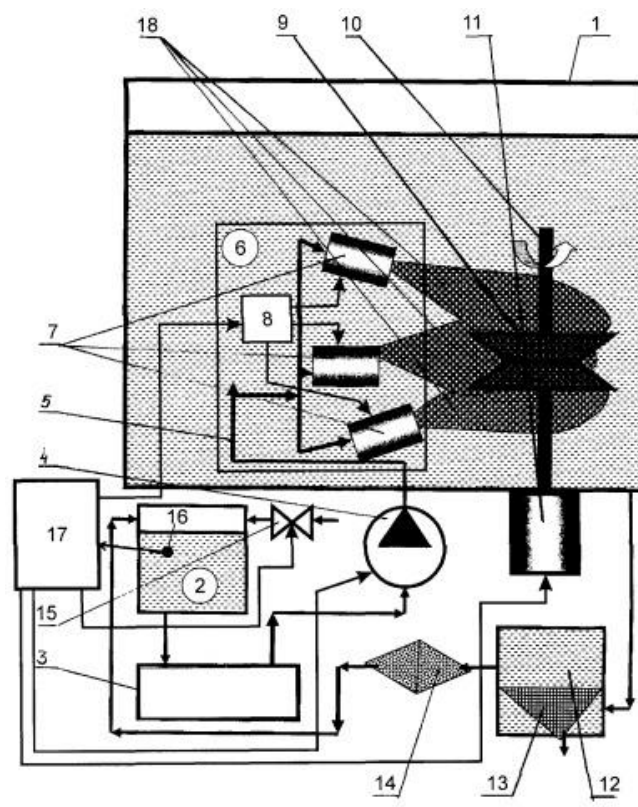


Рисунок 8 - Способ гидрокавитационной очистки деталей и устройство для его осуществления (Патент РФ № 2414308)

Устройство (рис. 8) содержит ванну 1, емкость 2, систему подогрева моющей жидкости 3, высоконапорный насос 4, систему трубопроводной арматуры 5, блока кавитации 6 с кавитаторами 7 и механизмами их настройки 8. В ванну 1 помещают очищаемую деталь 9, которая закрепляется на оси 10 двигателя 11. С целью фильтрации загрязненной жидкости в конструкции предусмотрены отстойник 12 и система фильтров, включающая в себя фильтры грубой очистки и фильтры тонкой очистки. В конструкции также предусмотрены датчик температуры 16 и блок управления 17.

Способ реализуется следующим образом: детали, которые необходимо очистить помещают в ванну и сообщают им вращательное движение через специальный привод. С помощью направленных ударных потоков в моющей жидкости создают кавитационный режим и через кавитаторы струи жидкости направляют на очищаемую деталь. При этом перепад давления в струях жид-

кости достигает величины не менее 1 Мпа, скорость поток составляет величину порядка 45 м/с. Для более эффективной очистки моющую жидкость подогревают до температуры 40-60° С.

В работе [10] представлено описание подобной технологии кавитационной мойки деталей и показана ее эффективность при мойке различных деталей и узлов машин и приборов. Так, на рис. 9 представлена схема конструкции установки для кавитационной мойки букс подшипников.

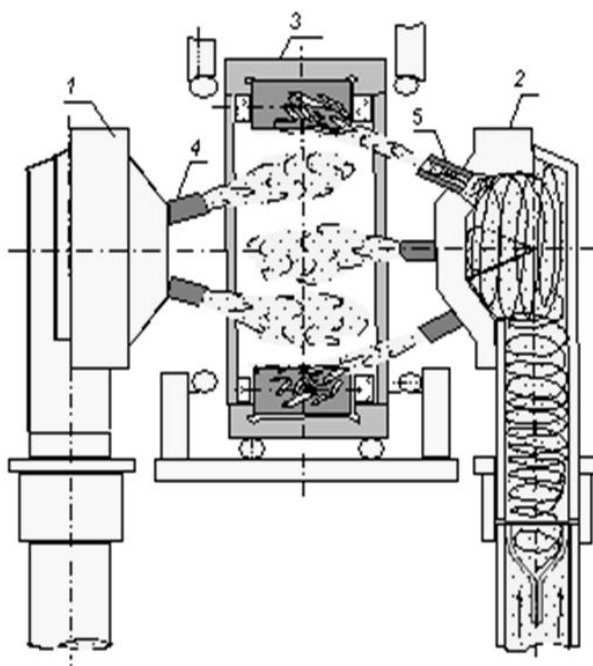


Рисунок 9 – Устройство для промывки букс подшипников [10]

Конструкция представляет собой модульные узлы с встроенными кавитаторами. Моющая жидкость подается под давлением через систему коллекторов на загрязненную деталь. Детали установлены на специальном рольганге и мойка осуществляется с двух сторон.

Авторами предложены новые конструкции кавитаторов на основе профиля Лаваля, которые позволяют создать резонансные режимы кавитации. На рис. 10 показана конструкция такого сопла, разработанная авторами работы [10].

Моющая жидкость в кавитаторе подается в полость завихрения, где закручивается по спирали, образуя зону перехода от ламинарного течения к турбулентному. Далее «закрученная» жидкость попадает в область заужения, образованного профилем Лавалья, в которой создается разность давления и образуются в жидкости области сжатия и разряжения, что приводит к развитой кавитации.

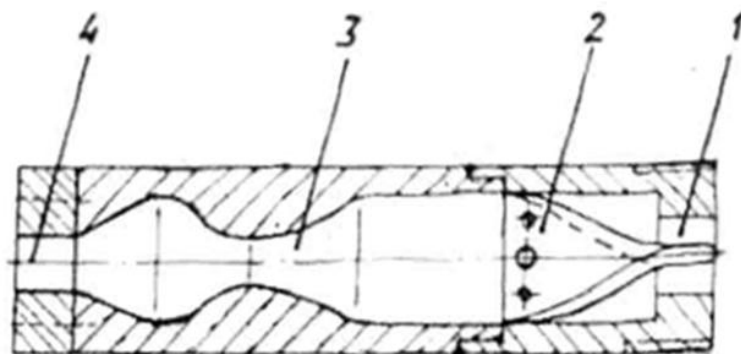


Рисунок 10 – Конструкция кавитатора с профилем Лавалья [10]

(1-вход в форсунку; 2 – область завихрения; 3 – профиль Лавалья;
4 - сопло)

2 Проектирование и расчет конструкции установки

2.1 Разработка технического задания на проектирование установки для мойки деталей и узлов

Цель – разработка установки для мойки деталей и узлов легкового автомобильного транспорта.

На основании анализа различных способов очистки деталей и узлов, а также устройств их реализующих, можно сделать вывод о том, что одним из эффективных способов заключается в создании в моющей жидкости газообразных схлопывающихся пузырьков (каверн) и создания тем самым режима гидродинамической кавитации. В литературе достаточно подробно освещены вопросы влияния кавитации на процесс очистки изделий от загрязнений. Сущность данного физического явления заключается в том, что в моющей жидкости на которую воздействуют мощными ударными волнами создаются области сжатия и разряжения. Это приводит к образованию пузырьков, наполненных газом, которые по истечению определенного промежутка времени (доли секунд) начинают схлопываться, высвобождая огромную энергию. При этом в самой жидкости вблизи очищаемых деталей создаются мощные гидродинамические микропотоки, которые способствуют эффективному отделению частиц грязи, остатков масла и т.д.

Таким образом в основу проектируемой установки предлагается положить явление гидродинамической кавитации.

Условия и технические требования:

1. Изделие - детали и узлы автомобильного транспорта, массой не более 25 кг.
2. Технология мойки должна обеспечивать эффективную очистку изделий от загрязнений
3. Температура нагрева моющей жидкости – $40 - 60^{\circ}\text{C}$

4. Состав оборудования: моющая камера, поддоны для загрузки деталей, система подачи сжатого воздуха, система сопел.
5. Рабочее давление воздуха не более 0,6 МПа
6. Занимаемая площадь – не более $1 \times 2 \text{ м}^2$
7. Питание установки: трехфазная сеть переменного тока, потребляемая мощность – не более 5 кВт
8. Подача сжатого воздуха под давлением $4 \times 10^5 \text{ Па}$; холодной воды с температурой не более 18°C , горячей воды – не более 80°C
9. Производительность не менее 20 изделий / час.
10. Коэффициент технического использования 0,8
11. Средняя наработка на отказ – 800 часов
12. Срок службы – 5 лет.

2.2 Техническое предложение на установку для мойки деталей и узлов

На основании анализа технического задания и описанные в первом разделе конструкции устройств для мойки деталей разработаем техническое предложение. Как показал анализ конструкций устройств для мойки наиболее эффективным способом очистки деталей от загрязнений является вибрационное воздействие на моющую жидкость. При этом в жидкости создаются кавитационные режимы, которые обуславливают более эффективную очистку детали.

Таким образом, в основе предлагаемой конструкции мойки предлагается использовать вибрационный привод. Одним из наиболее эффективных способов создания вибрационного движения являются электромагнитные способы, основанные на преобразовании электромагнитной энергии в механическую. Принцип действия электромагнитных приводов основан на получении колебаний механического узла посредством электромагнита, к которому приложено переменное электромагнитное поле.

Эскизный проект предлагаемой конструкции мойки приведен на рис. 11.

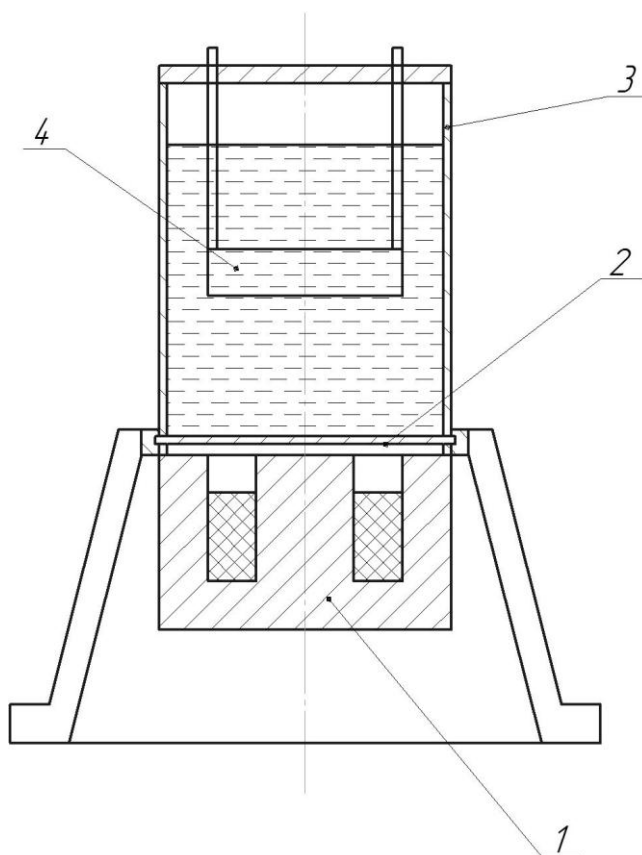


Рисунок 11 – Эскизный проект предлагаемой конструкции мойки

Согласно эскизному проекту мойка представляет собой герметичную емкость 3 в виде цилиндрического сосуда с наполненным моющим раствором. Днище емкости представляет собой мембрану 2 конструктивно связанную с электромагнитом 1. В емкость загружается касета 4 с деталями, которые необходимо очистить.

Произведем конструктивный расчет элементов вибрационного привода.

2.3. Расчет колеблющейся механической системы, закрепленной по контуру

Основными конструктивными элементами упругой мембраны является ее радиус и толщина. Радиус мембраны выберем из конструктивных соображений и примем равным $r = 500$ мм.

Толщину мембраны определим из соотношения:

$$h = \frac{2\pi f r^2}{2,96} \sqrt{\frac{\rho(1-\nu^2)}{E}}, \quad (2.1)$$

где f – резонансная частота мембраны, Гц; ρ – плотность материала мембраны г/см^3 ; ν – коэффициент Пуассона материала мембраны; E – модуль упругости, МПа.

В большинстве случаев для изготовления мембраны используют нержавеющей сталь 12Х18Н10. Для данного материала выпишем следующие параметры:

- плотность, $\rho = 7920 \text{ кг/м}^3$
- коэффициент Пуассона, $\nu = 0,3$
- модуль упругости, $E = 1,98 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Резонансную частоту выберем равной частоте питающего напряжения, т.е. 50 Гц.

$$h = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 50^2}{2,96} \sqrt{\frac{7,92(1-0,3^2)}{1,98 \cdot 10^4}} = 16,39 \text{ мм}$$

Округляем до 16 мм.

2.4 Расчет одностержневого электромагнита

Исходные данные:

- площадь поперечного сечения сердечника $S = 0,2826 \text{ м}^2$;
- индукция сердечника, $B = 1,25 \text{ Вб/м}^2$;
- напряжение питания, $U = 220 \text{ В}$;

- частота напряжения возбуждения, $f=50$ Гц;
- длина среднего витка катушки, $l_{cp}=0,13$ м
- величина воздушного зазора (ход якоря), $\delta = 0,003$ м

Расчетная схема электромагнита представлено на рис. 9

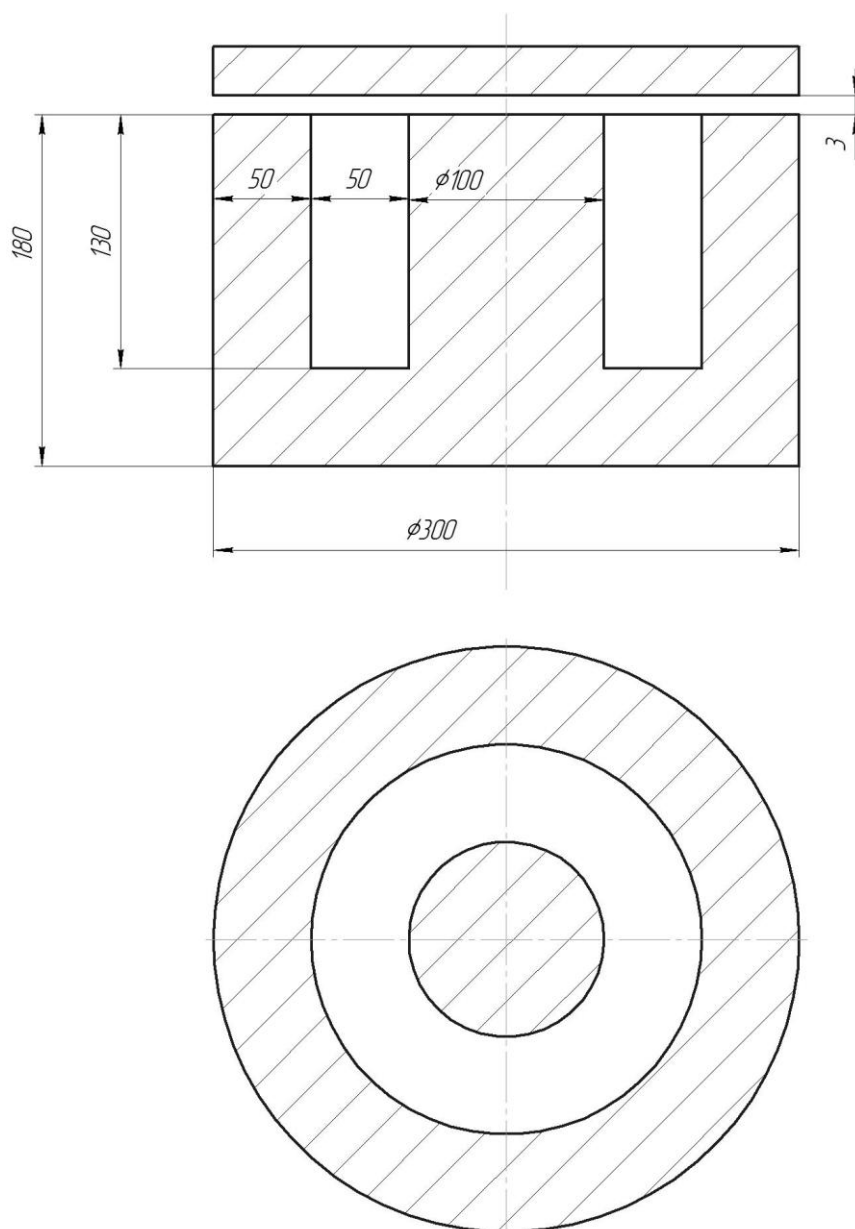


Рисунок 12 – Расчетная схема одностержневого электромагнита

Расчет силы намагничивания произведем по формуле []:

$$I_{\omega} = \frac{B}{0,4\pi} = \frac{1,25}{0,4 \cdot 3,14} = 0,99 B\delta / m^2 \quad (2.2)$$

Определим сечение провода обмотки:

$$q = \frac{I_{\omega} \cdot \rho \cdot l_{cp}}{U} = \frac{0,99 \cdot 0,018 \cdot 0,13}{220} = 0,00001 m^2 \quad (2.3)$$

Рассчитаем максимально допустимый ток в катушке:

$$I = iq = 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,00001 = 25 A \quad (2.4)$$

Определим магнитодвижущую силу обмотки возбуждения:

$$F = 2kH_{\delta}\delta, \quad (2.5)$$

где k – коэффициент падения магнитодвижущей силы в стали (0,8).

Напряженность магнитного поля в воздушном зазоре при значении величины магнитной проницаемости воздуха $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6}$ Гн/м :

$$H_{\delta} = \frac{B}{\mu_0} = \frac{1,25}{1,256 \cdot 10^{-6}} = 0,99 \cdot 10^6 A / m \quad (2.6)$$

По формуле (2.5) рассчитаем магнитодвижущую силу:

$$F = 2 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 10^6 \cdot 0,003 = 4750 A$$

По кривой намагничивания для электротехнической стали 1511 определим магнитную напряженность в материале сердечника $H_c = 600$

Определим количество витков катушки подмагничивания:

$$W_n = \frac{I}{I_{\omega}} = \frac{25}{0,99} = 25,25 \quad (2.7)$$

Находим полное сечение обмотки катушки:

$$S_m = W_n q = 25,25 \cdot 0,00001 = 2,25 m^2$$

Определяем площадь окна катушки:

$$S_0 = \frac{S_m}{0,8} = \frac{2,25}{0,8} = 2,81 m^2 \quad (2.8)$$

2.5. Описание работы установки для мойки деталей и узлов автомобиля

На рис. 13 приведено конструктивное решение установки для мойки деталей и узлов. В герметичную емкость 1 в виде цилиндра заливается моющий раствор. В емкость помещаются кассеты с загрязненными деталями (на рис. не показано). Посредством электромагнита 3 с катушкой 4 мембране 2, являющейся дном мойки сообщается вибрационное воздействие с частотой порядка 75-100 Гц. В результате чего в моющей жидкости создается кавитация, которая способствует очистке деталей.

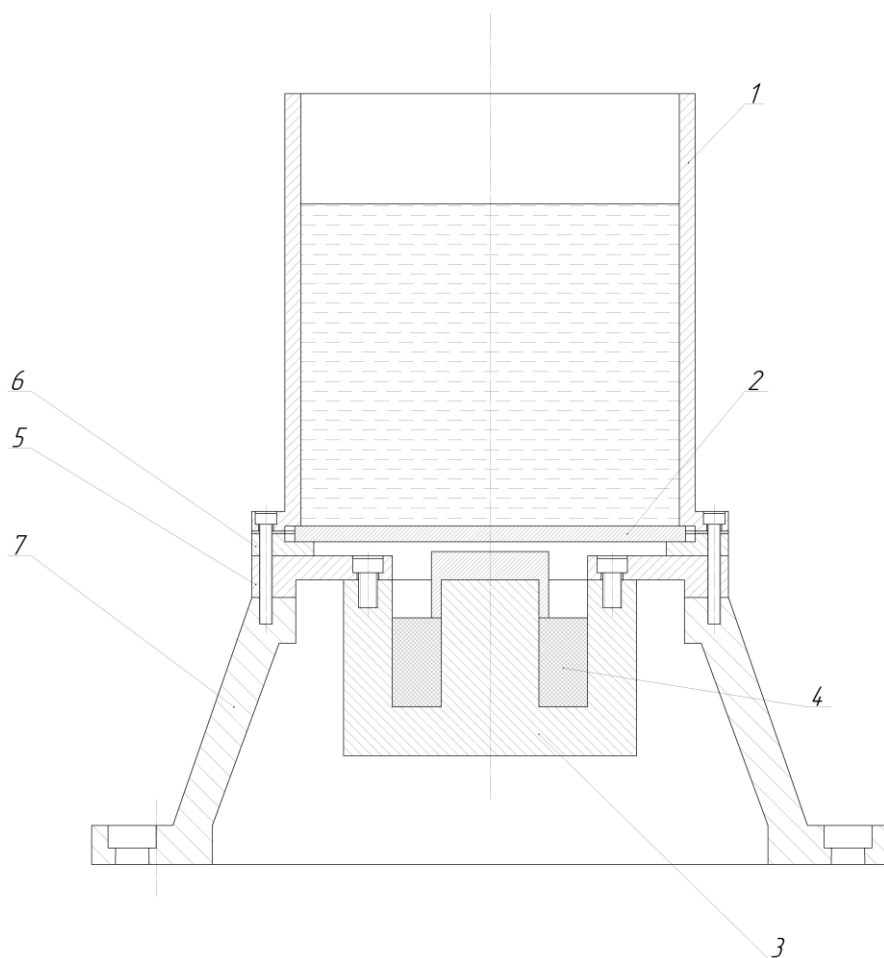


Рисунок 13 – Конструкция предлагаемой установки для мойки деталей и узлов легкового автомобиля

Электромагнит крепится к основанию 5, на котором также монтируется опорное кольцо 6 в радиальном пазе которого жестко по контуру закрепляется упругая мембрана 2. Вся конструкция устанавливается на стойке 7.

2.6 Руководство по эксплуатации

2.6.1 Назначение

Спроектированная мойка предназначена для мойки и очистки деталей и узлов автомобиля от загрязнений в процессе проведения ремонтных работ агрегатных узлов.

2.6.2 Технические характеристики

Технические характеристики мойки представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики

Наименование	Ед. измерения	Значение
Общая масса деталей, подвергающихся мойке	кг	Не более 25
Размеры моющей ванны	мм	Ø 400
Напряжение питания	В	220
Температура жидкости	°С	40 - 60
Мощность	кВт	5
Габаритные размеры, Д×Ш×В	м	1,2×1×1,4

2.6.3 Устройство и комплектация

Мойка состоит из металлической емкости 1 в виде цилиндрического корпуса, гибкой мембраны 2, закрепленной по контуру и являющейся одновременно дном мойки. Мембрана 2 по своему центру входит в контакт с ярмом электромагнита 3 с катушкой 4. Конструкция электромагнита крепится на основании 5, которое устанавливается на опорах 7.

2.6.4 Принцип работы мойки и порядок проведения работ

В емкость 1 заливается моющий раствор до уровня тах, обеспечив тем самым полное погружение кассет с деталями. В емкость помещаются кассеты с загрязнёнными деталями. С целью исключения разбрызгивания моющей жидкости емкость сверху закрывается специальным раздвижным кожухом.

Включение питания и подача напряжения осуществляется с блока управления. подача напряжения сигнализируется специальным индикатором сети, встроенным в блок управления. В мойке возможно установления нагревательных элементов для подогрева жидкости. Наличие индикатора температуры сигнализирует о включенных нагревательных тенах.

На электромагнит подается питающее напряжение, в результате чего на мембрану 2 передается вибрационное воздействие с частотой не более 100 Гц. При этом в моющей жидкости создается режим кавитации, который способствует эффективной очистке деталей.

После окончания процесса мойки деталей, необходимо выждать определенное время, необходимое для остывания деталей в ванне, после чего достать кассеты, закрыть кожух и отключить электропитание.

Порядок проведения моечных работ осуществляется в следующей последовательности:

1. Залить моющую жидкость или раствор до уровня или проконтролировать необходимый уровень заливки жидкости. При необходимости долить моющую жидкость;
2. Поднять раздвижной кожух и обеспечить свободный доступ для установки кассет с деталями;
3. Установить загрязненные детали в кассету, равномерно распределив их по площади кассеты;
4. Установить кассету с деталями в емкость мойки;
5. Закрыть кожух мойки
6. Подать питающее напряжение на электромагнит мойки. Проверить работу сигнальной аппаратуры
7. Осуществить процесс мойки деталей в соответствии с технологической картой
8. Выключить питание мойки, дождаться остывания деталей
9. Открыть раздвижной кожух мойки и вынуть кассеты с вымытыми деталями

Обслуживание мойки

Техническое обслуживание осуществляется с целью обеспечения безопасности работы на установках подобного рода и правильной эксплуатации.

Перед эксплуатацией мойки необходимо произвести внешний осмотр каждый раз перед началом использования мойки. При внешнем осмотре необходимо убедиться в отсутствии видимых повреждений электропроводок, наличия утечек моющего раствора, повреждений корпуса мойки и гибкой мембраны. Также необходимо проверить качество заземления установки и надёжного крепления контактных клемм. Один раз в месяц необходимо проверять состояния электромагнитного узла на предмет качества обмоток возбуждения.

Результаты технического обслуживания мойки заносятся в специальный журнал с указанием обнаруженных неисправностей и принятых мер к их устранению.

3 Разработка технологического процесса мойки деталей

3.1 Разработка технологической карты мойки деталей и узлов

В соответствие с технологическим процессом мойки в таблице 3.1 приведена технологическая карта, в которой отражается последовательность выполнения операций по мойке деталей и узлов. Разработка технологической карты выполнялась в соответствие с рекомендациями, изложенными в работе [29].

Таблица 3.1 – Технологическая карта мойки деталей и узлов легкового автомобиля

Наименование технологического перехода	«Кол-во точек воздействия» [29]	Технологические приборы, инструменты	«Трудоемкость, Мин» [29]	«Технические требования» [29]
1. Уложить детали в кассету	1	-	2	Не более 10 кг
2. Подготовить мойку к работе	-	-	7,5	-
2.1 Залить моющую жидкость в емкость	1	-	5	Не более 20 л
2.2 Включить блок питания мойки	1	-	1	Напряжение питания 220 В., сеть переменного тока
2.3 Установить в емкость кассеты с деталями	1	-	1,5	-
3 Процесс мойки деталей	-	-	3,4	-
3.1 Подать напряжение на электромагнит	1	-	0,2	-
3.2 Процесс	1	-	3	-

мойки				
3.3 Отключить подачу силового напряжения на электромагнит	1	-	0,2	-
3. Сушка деталей	1	-	5	
			17,9	

4 Безопасность и экологичность технического объекта

При выполнении данного раздела использовались рекомендации из работы [30]

4.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технический объект— установка для мойки деталей и узлов легкового автомобиля.

Технологический паспорт объекта

Таблица 4.1

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Процесс мойки деталей и узлов автомобиля	Подготовка мойки к работе; Процесс мойки деталей; Сушка деталей	Слесарь	Установка для мойки	Моющие растворы; Керосин, масла

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2

№ п/п	«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [30]	«Опасный и /или вредный производственный фактор» [30]	«Источник опасного и / или вредного производственного фактора» [30]
1	Мойка деталей и узлов	«повышенный уровень шума на рабочем	Установка для мойки деталей

		месте; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенный уровень вибрации; статические физические перегрузки» [30]	
--	--	--	--

4.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

«Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов» [30]

Таблица 4.3

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	«подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы» [30]	Для защиты работающего персонала, установку необходимо снабдить огораживающими элементами	«халаты; полуботинки; перчатки; очки защитные, профилактические пасты, мази, биологические перчатки по ГОСТ 12.4.068. от воздействия масел и моющих жидкостей [30]
2	«повышенный уровень вибрации» [30]	«Меры по снижению шума до норм по ГОСТ 12.1.003-83» [30].	Бируши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Идентификация классов и опасных факторов пожара

Таблица 4.4

№ п/п	«Участок, подразделение» [30]	«Оборудование» [30]	«Класс пожара» [30]	«Опасные факторы пожара» [30]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [30]
1	Станция технического обслуживания	Установка для мойки	В	Электрооборудование мойки, источники силового питания	опасные факторы взрыва, возникающие вследствие пожара

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

«Технические средства обеспечения пожарной безопасности представлены в таблице 4.5» [30]

Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 4.5

«Первичные средства пожаротушения» [30]	«Мобильные средства пожаротушения» [30]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [30]	«Средства пожарной автоматики» [30]	«Пожарное оборудование» [30]	«Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре» [30]	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)» [30]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [30]
Огнетушители типа ОП; УО	Пожарные машины и специализированная техника не требуется	системы пожаротушения автоматического срабатывания	извещатели пожарные;	Стенд с песком, пожарные рукава	средства защиты кожи, покровов тела человека (специальные огнестойкие накладки).	топор, ведра, лом, кувалда	Пожарная сигнализация; термоизвещатели

4.4.3. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 4.6

«Наименование технологического процесса» [30]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [30]	«Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [30]
Мойка деталей и узлов	«-разработка мероприятий и инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара» [30]; -«разработка мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей» [30]	

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 4.7

«Наименование технического объекта, технологического процесса» [30]	«Структурные составляющие технологического процесса, технологические операции, оборудование» [30]	«Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)» [30]	«Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)» [30]	«Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)» [30]
Установка для мойки деталей и узлов легкового автомобиля	Подготовка к мойке; Процесс мойки; Сушка	Испаряющиеся пары моющих растворов	Жидкие растворимые и нерастворимые соединения	жидкие отходы производства

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта

Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Таблица 4.8

Наименование технического объекта	Установка для мойки деталей и узлов легкового автомобиля
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу» [30]	-применение герметичных и закрывающихся емкостей для хранения производственных отходов; -регулярный профилактический осмотр и регулировка силовой аппаратуры установок -соблюдение регламента работы;
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	установка контейнеров для сбора и отстаивания отработанных моющих жидкостей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	сбор и хранение шлама в специальных контейнерах, соблюдение регламента утилизации твердых отходов

4.6 Заключение по разделу

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведено описание установки для мойки деталей и узлов легкового автомобиля. Составлен технический паспорт объекта (таблица 4.1).

Выполнена «идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу выполняемым технологическим операци-

ям, видам производимых работ» [30]. «Разработан комплекс организационно-технические мероприятий, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков» [30]. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников [30].

«Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте» [30].

Проведена комплексная идентификация экологических факторов и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа патентной, обзорной и научной литературы в области конструкций устройств для мойки деталей и узлов выявлены наиболее эффективные установки и способы мойки деталей.

В ходе работы разработано техническое задание на проектирование мойки, представлено техническое предложение и выполнены проектные и расчетные работы. Разработанная конструкция мойки за счет кавитационных режимом в моющей жидкости позволяет более эффективно удалять загрязнения с деталей и узлов автомобильного транспорта. В основу конструкции мойки положен принцип электромагнитного воздействия на жидкость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малышев А. И. Экономика автомобильного транспорта : учеб. для вузов / А. И. Малышев. - Москва : Транспорт, 1983. - 335 с.
2. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания : учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" / Г. М. Напольский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Транспорт, 1993. - 271 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 268-269.
3. Ярошевич В. К. Технология производства и ремонта автомобилей: учебник / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, В. П. Иванов. — Минск : Образование и воспитание, 2011. — 592 с.
4. Синельников А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей: учеб. по- соб. / А. Ф. Синельников. — Москва : Академия, 2011. — 320 с.
5. Пат. 2240186 РФ. Установка для мойки деталей и узлов машин /Мамедов Ф.А., Малиновский А.Е., Льготчиков В.В., Овинова С.А.//
6. Пат. 2241552 РФ. Установка для мойки деталей и узлов машин /Мамедов Ф.А.-А., Малиновский А.Е., Льготчиков В.В., Овинова С.А.//
7. Пат.2267366 РФ. Установка для мойки деталей/ Сливинский Е.В., Комарьков Р.А., Антонова Н.К. // Бюл. – 2006. - № 3
8. Пат. 2318616 РФ. Установки для мойки изделий / Каревский В.Д., Сидоренков С.В. // Бюл. 2002. - № 3. – 6с
9. Пат. 2177375. РФ. Устройство для очистки изделий / Курзин Н.Н., Когдено Н.В.// Бюл. – 2008. - № 4. – С. 10
10. Громаковский Д.Г. Разработка низкочастотных кавитационных устройств для мойки поверхностей деталей машин и приборов / Д.Г. Громаковский, А.П. Бураков, Н.А. Карева // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. - № 1(3). – т.13. – С.562-565

11. Neppias E.A. Acoustic cavitation // Phys. Repts. – 1980. – V. 61, N 3. – p. 129-166
12. Пат. 2287739. РФ. Форсунка. / Гонченко Г.В., Громаковский Д.Г., Ковшов А.Г
13. Пат. 2329879. РФ. Установки для сушки и мойки подшипников / Гонченко Б.В., Громаковский Д.Г., Меньшов А.П. и др.
14. Пат. 2414308. РФ. Способ гидрокавитационной очистки деталей и устройство для его осуществления / Родионов В.П.
15. Громаковский Д.Г., Крышень Е.В., Шигин С.В. Разработка кавитационного способа утилизации нефтяных шламов /Д.Г. Громаковский, Е.В. крышень, С.В. Шигин // Журнал «Инженерная защита». – № 2 (13). – 2016. – С. 70-75.
16. Маргулис М.А. Акустические поля и кавитация. Обзорная статья в журнале «Наука в СССР». Рис 1983. №4. С. 49-55
17. Технология кавитационной мойки деталей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mirprom.ru/public/tehnologiya-kavitacionnoy-moyki-detaley.html>
18. Лисовская Э.П. Физико-химические методы очистки поверхностей деталей и узлов в судостроении / Э.П. Лисовская, Л.Я. Понилов. – Л. Судостроение, 1983. – 199 с.
19. Бронин Ф.А. Установки серии УЗВФ / Ф.А. Бронин. – М. Наука – М, 1998. – 47 с.
20. Афанасиков, Ю. И. Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий / Ю. И. Афанасиков. - Москва : Транспорт, 1987. - 174 с.
21. Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

22. Малкин В. С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" / В. С. Малкин, Н. И. Живоглядов, Е. Е. Андреева. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68. - Прил.: с. 69-107.
23. Исакович М.А. Общая акустика. М., «Наука», 1973. – 496 с.
24. Гершгал Д.А., Фридман В.М. Вибрационная технологическая аппаратура. Изд. 3-е, перераб. и доп. М. «Энергия», 1976. – 320 с.
25. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Перечень ГОСТов: с. 909-912. - Предм. указ.: с. 913-920. -Расчеты на прочность
26. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин : справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1993. - 639 с. : ил. - Библиогр.: с. 625-629.
27. Машиностроение : энциклопедия. В 40 т. Разд. 4. Расчет и конструирование машин. Т. IV-3. Надежность машин / ред. совет: К. В. Фролов (пред.) [и др.] ; ред.-сост. В. В. Ключев, А. П. Гусенков ; отв. ред. тома К. С. Колесников. - Москва : Машиностроение, 2001. - 592 с.
28. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов и др. — Л.: Машиностроение, 1983г.
29. Выпускная квалификационная работа бакалавра : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (Автомобили и автомобильное хозяйство) / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2013. – 113 с.
30. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие / Л.Л. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.