

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

# **Ультразвуковая очистка деталей**

## **Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта**

Учебно-методические указания для выполнения  
лабораторно-практических работ и  
самостоятельной работы

по дисциплине: «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

для студентов факультета среднего профессионального образования  
по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт  
автомобильного транспорта»

Брянская область  
2018

УДК 621.7.022.6 (076)  
ББК 30.61  
А 32

Адылин, И. П. Ультразвуковая очистка деталей. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ и самостоятельной работы / И. П. Адылин. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 12 с.

Методическое пособие предназначено для выполнения лабораторно-практических работ и самостоятельной работы по теме ультразвуковая очистка деталей. Для студентов факультета среднего профессионального образования.

Рецензент: д.т.н, профессор Лапик В.П.

Рекомендовано к изданию решением цикловой методической комиссии общепрофессиональных дисциплин факультета СПО, протокол № 4 от 01.02. 2018 г.

© Адылин И.П., 2018  
© Брянский ГАУ, 2018

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 4  |
| 1 Теоретические положения.....  | 6  |
| 2 Методика определения моющей способности исследуемых растворов ..... | 9  |
| Контрольные вопросы .....   | 10 |
| Терминология .....  | 11 |
| Список литературы .....   | 11 |

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ и самостоятельной работы по дисциплине «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта» выполнено в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ 01. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта в соответствии с Федеральным государственным стандартом среднего профессионального образования по специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

При усвоении учебного материала у обучающегося формируются:

### **- знания:**

- свойства и показатели качества автомобильных эксплуатационных материалов;
- средства метрологии, стандартизации и сертификации;
- основные методы обработки автомобильных деталей;
- виды и методы ремонта;
- методы оценки и контроля качества в профессиональной деятельности;
- правила и нормы охраны труда, промышленной санитарии и противопожарной защиты

### **- умения:**

- разрабатывать и осуществлять технологический процесс технического обслуживания и ремонта автотранспорта;
- оценивать эффективность производственной деятельности;
- анализировать и оценивать состояние охраны труда на производственном участке;
- выполнения ремонта деталей автомобиля;
- использования диагностических приборов и технического оборудования;
- выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию автомобилей.

Результатом освоения профессионального модуля является овладение

обучающимися видом профессиональной деятельности ПМ 01. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

| <b>Профессиональные компетенции</b> |   |
|-------------------------------------|---|
| ПК 1.1                              | Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта.  |
| ПК 1.2                              | Осуществлять технический контроль при хранении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств.                              |
| <b>Общие компетенции</b>            |   |
| ОК 1                                | Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес   |
| ОК 2                                | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество     |
| ОК 3                                | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность  |
| ОК 4                                | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития |
| ОК 5                                | Владеть информационной культурой, анализировать и оценивать информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий                       |
| ОК 6                                | Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями   |
| ОК 7                                | Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий   |
| ОК 8                                | Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации    |
| ОК 9                                | Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности  |

**Цель работы:** Ознакомиться с существующими ультразвуковыми методами очистки деталей, применяемым оборудованием и моющими средствами для очистки; изучить технологию очистки; приобрести практические навыки по ультразвуковой очистке деталей.

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ультразвук (УЗ) – упругие колебания и волны, частота которых превышает 15...20 кГц. Нижняя граница области УЗ определяется субъективными свойствами человеческого слуха. Верхняя граница обусловлена физической природой упругих волн, которые могут распространяться лишь в материальной среде при условии, если длина волны значительно больше длины свободного пробега молекул в газах, межатомных расстояниях в жидкостях и твердых телах. Ультразвуковые волны применяют как в научных исследованиях для изучения строения и свойств веществ, так и для решения самых разнообразных технических задач, в том числе для удаления различных загрязнений.

Ультразвуковая очистка – это такой способ очистки поверхности твердых тел, при котором в моющий раствор вводят УЗ колебания. Введение УЗ позволяет не только ускорить процесс очистки, но и получить высокую степень чистоты поверхности обрабатываемых деталей (фильтрующих элементов, распылителей форсунок, жиклеров карбюраторов, инжекторов и др.), исключить ручной труд, пожароопасные и токсичные растворители.

На эффективность очистки влияют такие внешние факторы, как температура и гидростатическое (внешнее) давление в жидкости. В процессе очистки происходит разрушение поверхностных пленок загрязнений, отслаивание и удаление загрязнений, их эмульгирование и растворение.

Основу очищающего действия ультразвука составляет кавитация. Это явление сводится к следующему. При распространении в жидкости ультразвуковых волн в ней появляются зоны сжатия и разрежения, чередующиеся с ультразвуковой частотой. При разрежении жидкость не выдерживает созданного ультразвуком напряжения. Силы, действующие на молекулы, начинают превышать силы межмолекулярного сцепления и жидкость разрывается. В местах разрывов

возникает множество мельчайших пузырьков, наполненных парами жидкости и растворенными в ней газами. При прохождении волны сжатия образовавшийся пузырек схлопывается. При этом вблизи пузырька возникает давление, достигающее десятков тысяч мегапаскалей. Под действием этого давления загрязнение разрушается, а затем и удаляется.

Механизм очищающего действия кавитационных пузырьков показан на рисунке 1.

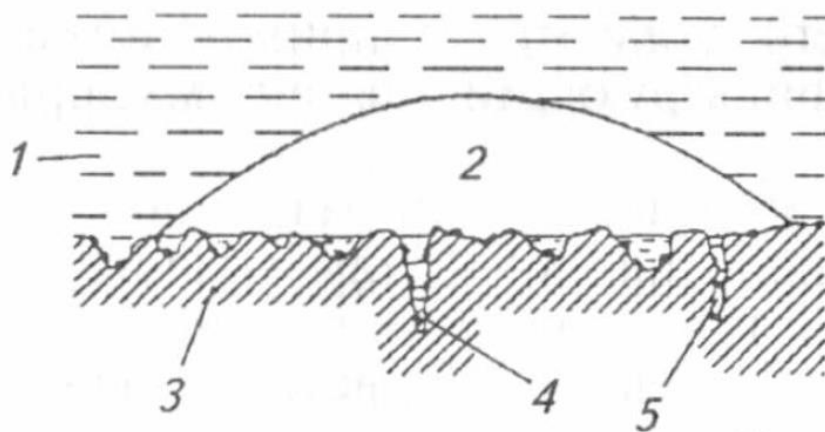


Рисунок 1 – Схема кавитационного пузырька: 1 – жидкость; 2 – кавитационный пузырек; 3 – деталь; 4 – трещина; 5 – пора

Твердое тело имеет шероховатую поверхность с порами и трещинами, в которых могут находиться как жидкие, так и твердые загрязнения. Жидкие загрязнения под влиянием ультразвука очень быстро растворяются в растворителе, а твердые частицы выбрасываются из трещин и других углублений поверхности твердого тела в очищающую жидкость. Это происходит под влиянием кавитации и переменных по направлению потоков в жидкости.

Ультразвук нельзя рассматривать как собственно моющее средство, так как колебания лишь способствуют отмыванию загрязнений. Поэтому применение ультразвука может быть эффективным только в таких жидких средах, которые сами по себе являются эффективными растворителями или моющими средствами. В противном случае применение ультразвука не дает желаемых результатов.

При ультразвуковой очистке необходимо учитывать свойства материала очищаемых деталей. Моющая жидкость по своему составу должна химически

взаимодействовать только с поверхностными загрязнениями, но не вступать в химический контакт с материалом деталей во избежание их повреждений.

Ультразвуковые колебания для промышленной очистки деталей могут быть получены от пьезоэлектрических, магнитострикционных и гидродинамических источников. Наибольшее распространение получили первые два источника.

Работа пьезоэлектрических преобразователей основана на том, что кристаллы некоторых минералов (кварца, турмалина и др.) под влиянием приложенного к ним переменного электрического поля начинают деформироваться и генерировать колебания ультразвуковой частоты.

Помимо природных материалов, обладающих пьезоэлектрическим эффектом, широко используют искусственные керамические материалы.

Магнитострикционный способ основан на том, что некоторые материалы в переменном электромагнитном поле изменяют свои размеры в соответствии с изменением поля и тем самым возбуждают в окружающей среде ультразвуковые колебания.

Для изготовления магнитостриктивных преобразователей используют ферромагнитные материалы (железо, никель), а также сплавы – пермаллой (45% Ni и 55 % Fe), мермендюр (49% Fe, 49 % Co, 2 % W) и др.

Основной узел установки для очистки деталей ультразвуком – ванна 1 с преобразователем 4, схематически показанная на рисунке 2. Детали погружают в моющий раствор 2, находящийся в ванне 7, в дно которой заделана диафрагма 3, соединенная в свою очередь с магнитострикционным преобразователем 4. Колебания от генератора через преобразователь 4 передаются диафрагме 3, а от нее – жидкости 2.



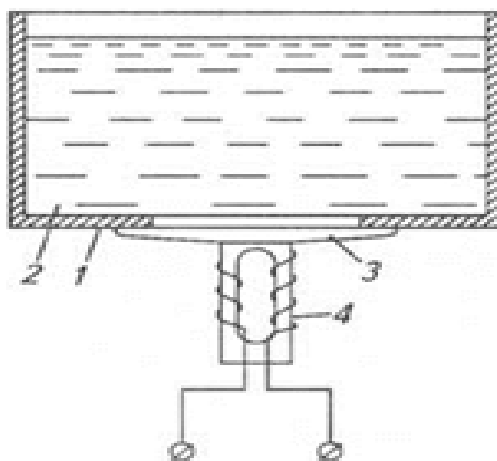


Рисунок 2 – Схема ванны для очистки деталей ультразвуком: 1 - ванна; 2 - моющий раствор; 3 - диафрагма; 4 - магнитострикционный преобразователь

Для реализации процесса очистки разработана ультразвуковая ванна УЗВ-12-600, которая состоит из корпуса, емкости, выполненной из нержавеющей стали, с размещенными на ней излучателем и ультразвуковым генератором, процессором управления. Пульт управления введен на панель генератора. На дне ванны установлены пьезокерамические преобразователи. Подводимая от генератора электроэнергия ультразвуковой частоты преобразуется в ультразвуковые колебания дна и стенок ванны и кавитацию в моющем растворе.

Процессор управления (таймер) рабочего цикла состоит из сдающего генератора и счетчика-делителя, выходы которого через кнопочный переключатель и схему суммирования подключены к схеме защиты генератора. Длительность рабочего цикла (1...31 мин) устанавливают поворотом регулятора. По истечении установленного времени таймер отключает генератор.

## **2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ РАСТВОРОВ**

Для определения моющей способности исследуемых растворов готовят 5 литров моющего раствора (моющее средство МС-37 в концентрации 10 г на 1 л воды). Далее его заливают в ванну установки УЗВ-12-600. Взвешивают поочередно три грязных фильтрующих элемента. Результаты взвешивания заносят в таблицу 1.

Далее загружают фильтрующие элементы в ванну, устанавливают таймер генератора установки УЗВ-12-600 на 3 мин и включают его.

Следующим этапом является изъятие после отключения генератора фильтрующие элементы и просушивают до полного удаления капель моющего раствора, взвешивают их. Результаты взвешивания заносят в таблицу 1.

Сушат фильтрующий элемент гигроскопичной ветошью с последующей обдувкой сжатым воздухом от компрессора до полного удаления моющего раствора (контролируют визуально). Взвешивают на аналитических весах типа WA-4 или аналогичных с точностью до 0,001 г.

Процесс очистки (через 3...5 мин) повторяется до пяти опытов. Изменение массы фильтрующего элемента заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Изменение массы фильтрующего элемента от продолжительности очистки

| № опыта | Время очистки, мин | Масса фильтрующих элементов, г |      |      |                         |               |      |      |                         |
|---------|--------------------|--------------------------------|------|------|-------------------------|---------------|------|------|-------------------------|
|         |                    | до очистки                     |      |      |                         | после очистки |      |      |                         |
|         |                    | 1-го                           | 2-го | 3-го | сумма по трем элементам | 1-го          | 2-го | 3-го | сумма по трем элементам |
| 1       |                    |                                |      |      |                         |               |      |      |                         |
| 2       |                    |                                |      |      |                         |               |      |      |                         |
| 3       |                    |                                |      |      |                         |               |      |      |                         |
| 4       |                    |                                |      |      |                         |               |      |      |                         |
| 5       |                    |                                |      |      |                         |               |      |      |                         |

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните физический процесс удаления загрязнения с помощью ультразвука.
2. Какие основные составные части включает ультразвуковая ванна?
3. Каков порядок выполнения работы?
4. Какие детали при ремонте можно подвергать ультразвуковой очистке?

## ТЕРМИНОЛОГИЯ

1. **Ультразвук** – упругие колебания и волны, частота которых превышает 15...20 кГц.

2. **Ультразвуковая очистка** – это такой способ очистки поверхности твердых тел, при котором в моющий раствор вводят УЗ колебания.

3. **Гидростатическое давление** – это давление в жидкости, обусловленное силой тяжести. Гидростатическое давление не зависит от формы сосуда, оно прямо пропорционально произведению плотности жидкости, ускорения свободного падения и глубины, на которой определяется давление.

4. **Кавитация** – процесс образования и последующего схлопывания пузырьков вакуума в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или пустот), которые могут содержать разреженный пар.

5. **Гидравлический удар** (гидроудар) – скачок давления в какой-либо системе, заполненной жидкостью, вызванный быстрым изменением скорости потока этой жидкости.

Гидроудар двигателя автомобиля – попадание воды в камеры сгорания двигателя (обычно это происходит через воздухопровод), с последующим ударом поршней двигателя об эту водную пробку.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практикум по ремонту машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; под ред. Е.А. Пучина. М.: КолосС, 2009. 327 с.

2. Ультразвук. Получение и регистрация ультразвука на основе обратного и прямого пьезоэлектрического эффекта [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://mydocx.ru/2-1745.html>. — Загл. с экрана.

Учебное издание

Адылин Иван Петрович

# **Ультразвуковая очистка деталей**

**Техническое обслуживание  
и ремонт автомобильного транспорта**

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 17.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 0,70. Тираж 25 экз. Изд. № 5572.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ