московский

АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

На правах рукописи

04ZuT363718

ЦЕПКИН Павел Александрович

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОРЕМОНТНОГО

ПРОИЗВОДСТВА

Специальность 05Л3.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

диссертации

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель д.т.н., профессор В.И. Марсов

МОСКВА -2013 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Г лава 1. Особенности ультразвуковой очистки деталей 1Л. Типы загрязнений и способы их очистки

1.2. Удаление загрязнений с поверхностей деталей при их очистке в ультразвуковом поле в жидкости

1.3. Основные технологические характеристики процесса ультразвуковой очистки

1.4. Динамика процесса ультразвуковой очистки деталей Выводы и постановка задач исследований

Глава 2. Ультразвуковые колебательные системы очистки деталей

2.1. Основные группы ультразвуковых колебательных систем

2.2. Особенности работы колебательных систем в режиме высоких амплитуд

2.3. Общие принципы проектирования УКС 40

2.4. Ультразвуковые ванны для очистки 46

2.5. Ультразвуковые генераторы УКС 50

2.6. Структурная схема ультразвуковой технологической установки 54

Выводы к главе 2 57

Глава 3. Модель магнитострикционного рабочего органа

3.1. Волнового уравнения для сферической волны

3.2. Анализ взаимодействия со средой резонансного высокочастотного излучателя

3.3. Определение степени рассогласования резонансного вибратора при нагружении

Выводы к главе 3

Глава 4. Системы экстремального регулирования рассогласования рабочего органа по частоте

4.1. Задачи систем экстремального регулирования

4.2. Выбор способа поиска экстремума

4.3. СЭР шагового типа

4.4. Переходные процессы в объекте

4.5. Переходные процессы в системе оптимизации

4.6. Определение параметров периодических режимов Выводы к главе 4

Глава 5. Экспериментальные исследования взаимодействия магнитострикционного рабочего органа со средой

5.1. Оптимизация технологии эффективного протекания процесса очистки

5.2. Исследования экстремального режима работы УКС

5.3. Функциональная схема СЭР

5.4. Функциональная схема БЭР

5.5. Сравнительная оценка результатов теоретических и экспериментальных исследований

Выводы к главе 5 114

Основные выводы и результаты работы 116

Список литературы 118

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1.Эффективность существующих способов и средств очистки не удовлетворяет возрастающему объему ремонтных работ авторемонтного производства. Наиболее перспективным является применение ультразвуковых колебаний для интенсификации процесса очистки деталей. Сравнение максимальной очистки образцов, достигаемой различными способами, показывает, что ультразвуковой метод дает недостижимую другими способами степень очистки при одинаковых затратах времени на процесс.

2. Существующая технология ультразвуковой очистки деталей на авторемонтных предприятиях не позволяет обеспечить оптимальный режим процесса. Повышение качества проводимых работ возможно только с использованием автоматизированной системы ультразвуковой очистки с учётом специфических особенностей применяемого оборудования, объектов очистки и ультразвуковых параметров излучателя.

3. Высокочастотный вибровозбудитель, колебательную систему которого можно представить в виде системы с распределенными параметрами, эффективно работает в резонансном режиме, что позволяет при незначительной потребляемой мощности получить сравнительно большую амплитуду смещения. Однако при взаимодействии со средой исходная резонансная колебательная система будет обладать иной собственной частотой, не являясь резонансной при исходной частоте вынуждающей силы. Необходим, комплекс мероприятий, направленных на установление и поддержание резонансного режима, т.е. способа согласования ее с нагрузкой.

4. Стержневые колебательные системы является базовым элементом для возбуждения ультразвуковых колебательных систем технологической очистки деталей.

5. Амплитуда колебательных смещений на рабочем торце У КС определяется выбором конструкции, типа и материала преобразователя, величиной и характером акустической нагрузки, выбором конструкции и материала концентраторов.

6. Из всех существующих схем преобразования предпочтение, как по диапазону генерируемых частот и мощности излучения, так и по эффективности, отдается схемам с магнитострикционным возбудителями.

7. Основным типом моечного ультразвукового оборудования являются малогабаритные ультразвуковые ванны, в конструкциях которых применяются составные пьезоэлектрические преобразователи, как наиболее простые, стабильные и дешевые элементы для получения ультразвуковых колебаний.

8. Разработан критерий оценки выбора технологических режимов ультразвукового процесса обработки деталей, вариантов проектирования автоматизированной технологии очистки и методика оптимизации технологического процесса ультразвуковой очистки с использованием специального оборудования и технологии очистки..

9. Получена математическая модель, устанавливающая зависимость между величиной рассогласования рабочего органа и параметрами рабочего процесса, свойствами среды и характеристиками рабочего органа.

10. Разработана и реализована экстремальная система

автоматического регулирования установления и поддержание резонансного режима колебаний рабочего органа, т.е. согласования его с нагрузкой.

11. Экспериментальные исследования подтвердили результаты, полученные теоретическим путём.

Применение виброзвуковых методов очистки позволяет повысить качество проводимых работ, приводит к сокращению времени очистки на 20% и соответственно производительности агрегатов очистки