

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	9
1.1 Распыление жидкостей в радиоэлектронной промышленно- сти.....	9
1.2 Распыление жидкостей при производстве топливных элементов.....	12
1.3 Применение технологии распыления жидкостей в медицине..	13
1.4 Применение распыления жидкостей в области нано- технологий.....	14
1.5 Распыление жидкостей в технологиях химической промыш- ленности.....	14
ГЛАВА 2 ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ РАСПЫЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ.....	22
2.1 Гидравлическое распыление.....	25
2.2 Механическое распыление.....	27
2.3 Пневматическое распыление.....	31
2.4 Электростатическое распыление.....	33
2.5 Проблемы и перспективные способы распыления жидкостей.....	34
2.6 Принцип и физический механизм ультразвукового распыле- ния жидкостей.....	36
2.6.1 Классификация способов ультразвукового распыления жидкостей.....	36
2.6.2 Механизмы каплеобразования при распылении жидко- сти в слое.....	40
2.6.3 Анализ факторов, влияющих на эффективность ультра- звукового распыления.....	43
2.6.4 Структура ультразвукового оборудования для распыле- ния жидкости.....	45
ГЛАВА 3 ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ И РЕЖИМОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСПЫЛЕНИЯ.....	48
3.1 Определение оптимальной толщины слоя распыляемой жид- кости и амплитуды ультразвукового воздействия.....	49
3.2 Определение параметров излучающей поверхности распылителя.....	71
3.2.1 Определение угла распылителя.....	71
3.2.2 Определение количества и месторасположения отвер- стий для подачи жидкости на поверхность распыления.....	76
3.3 Теоретические основы управления процессом ультразвуково- го распыления.....	86
3.3.1 Контроль толщины слоя распыляемой жидкости.....	87
3.3.2 Определение вязкости распыляемой жидкости.....	91
ГЛАВА 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСПЫЛЕНИЯ.....	93
4.1 Подтверждение кавитационной природы распыления жидкостей.....	93
4.2 Разработка экспериментального стенда для определения оп- тимальных условий распыления.....	99
4.2.1 Принцип электромеханических аналогий.....	102
4.2.2 Выбор материалов для проведения экспериментальных исследований.....	104
4.2.3 Методика проведения экспериментальных исследо- ваний.....	104
4.2.4 Установление зависимостей между измеряемыми электрическими сигналами и характеристиками колебательной системы.....	106

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

4.3 Определение оптимальных условий ультразвукового распыления.....	112
4.4 Экспериментальное определение зависимости параметров формируемого факела от формы излучающей поверхности ультразвукового распылителя.....	123
4.4.1 Описание лабораторного стенда для проведения экспериментальных исследований.....	123
4.4.2 Полученные результаты и обсуждение.....	126
ГЛАВА 5 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТАМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСПЫЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И УПРАВЛЕНИЕ ИХ РАБОТОЙ.....	130
5.1 Общие требования к аппаратам ультразвукового распыления жидкостей.....	130
5.2 Разработка способа автоматического управления процессом ультразвукового распыления.....	132
ГЛАВА 6 РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАСПЫЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ.....	136
6.1 Обоснование выбора конструктивной схемы ультразвуковой колебательной системы для распылителей.....	137
6.2 Обоснование выбора ступенчато-экспоненциальной формы концентратора полуволновой колебательной системы для распылителей.....	138
6.3 Проектирование полуволновых пьезоэлектрических колебательных систем для распылителей.....	141
6.4 Разработанные конструкции ультразвуковых колебательных систем для распылителей.....	146
ГЛАВА 7 УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ РАСПЫЛЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ.....	151
7.1 Системы контроля амплитуды механических колебаний и напряжения на колебательной системе для автоматической подстройки частоты.....	152
7.2 Система регулирования амплитуды механических колебаний ультразвукового распылителя.....	167
7.3 Практическая конструкция электронного генератора ультразвукового распылителя.....	172
ГЛАВА 8 РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ.....	173
8.1 Разработка ультразвуковых распылителей для нанесения фоточувствительного слоя на поверхность кремниевой пластины.....	173
8.2 Разработка ультразвуковых распылителей для химико-механического полирования полупроводниковых пластин.....	176
8.3 Разработка ультразвуковых распылителей для конвекционной распылительной сушки.....	180
8.4 Разработка ультразвуковых аппаратов тонкодисперсного распыления высоковязких жидкостей.....	191
8.4.1 Разработка ультразвуковых колебательных систем с частотами до 44 кГц.....	192
8.4.2 Конструкции УЗ преобразователей с резонансными частотами выше 44 кГц.....	194
8.4.3 Конструкции распылительных камер.....	196
8.4.4 Определение оптимальных параметров разработанных распылителей.....	200
8.4.5 Исследование эффективности разработанных распылителей.....	201
8.5 Разработка ультразвукового ингаляционного аппарата.....	205
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	221
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	222
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Созданные конструкции ультразвуковых технологических аппаратов для распыления жидкостей.....	237