

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Созданные конструкции ультразвуковых технологических аппаратов для распыления жидкостей

На рисунке А.1 показан ультразвуковой аппарат для мелкодисперсного распыления вязких жидкостей без разрушения их структуры и свойств. Основная область применения – распыление фоторезиста в электронной промышленности. Аппарат состоит из электронного генератора, полуволновой колебательной системы (форсунки) и системы горизонтального перемещения колебательной системы.



Рисунок А.1 – Ультразвуковой аппарат для распыления фоторезиста

В таблице А.1 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.1 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для распыления фоторезиста

Параметр	Значение
Мощность, ВА	100
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	4
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	385 × 335 × 135
Габаритные размеры: колебательная система с направляющими, мм	390 × 490 × 120
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–17
Средний размер распыляемых частиц, мкм	40–50
Производительность, мл/с, не более	1

На рисунке А.2 представлен ультразвуковой распылитель для распыления вязких жидкостей, снабженный системой горизонтального перемещения ультразвуковой колебательной системы с увеличенным ходом каретки. Основное назначение распылителя – распыление защитных покрытий, паяльных флюсов на поверхность печатных плат, вязких марок фоторезистов на полупроводниковые пластины. Состав аппарата: электронный генератор, полуволновая колебательная система (форсунка) и система горизонтального перемещения колебательной системы.



Рисунок А.2 – Ультразвуковой аппарат для распыления вязких жидкостей

В таблице А.2 приведены технические характеристики аппарата

Таблица А.2 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для распыления вязких жидкостей

Параметр	Значение
Мощность, ВА	100
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	4
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	483 × 325 × 110
Габаритные размеры: колебательная система с направляющими, мм	960 × 510 × 70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	17–30
Средний размер распыляемых частиц, мкм	40–50
Производительность, мл/с (при максимальной вязкости)	1,5

Также разработана упрощенная модификация распылителя вязких жидкостей (рисунок А.3). В этой конструкции отсутствует система перемещения ультразвуковой колебательной системы. Аппарат снабжен сменными рабочими окончаниями различной конструкции для формирования факелов распыления различной формы и производительности. Распылитель имеет более широкий диапазон значений вязкости жидкости.



Рисунок А.3 – Ультразвуковой аппарат для распыления вязких жидкостей

В таблице А.3 приведены технические характеристики аппарата

Таблица А.3 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для распыления вязких жидкостей

Параметр	Значение
Мощность, ВА	100
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	4
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	483 × 325 × 110
Габаритные размеры: колебательная система с направляющими, мм	960 × 510 × 70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–30
Средний размер распыляемых частиц, мкм	40–50
Производительность, мл/с (при максимальной вязкости)	1,5

Внешний вид аппарата ультразвукового распыления растворов для химико-механического полирования полупроводниковых пластин показан на рисунке А.4. Основной отличительной особенностью аппарата являются: возможность внешнего управления его работой через последовательный интерфейс и малые габаритные размеры распылителя и электронного блока, обеспечивающие легкость его монтажа в составе установки для химико-механического полирования.



Рисунок А.4 – Ультразвуковой аппарат для распыления полировального состава при химико-механическом полировании полупроводниковых пластин

В таблице А.4 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.4 – Технические характеристики аппарата для распыления полировального состава при химико-механическом полировании полупроводниковых пластин

Параметр	Значение
Мощность, ВА	70
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	4
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	180 × 180 × 100
Габаритные размеры: колебательная система, мм	Ø70 × 60
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–4
Средний размер распыляемых частиц, мкм	70
Производительность, мл/с (для воды)	1,2

На рисунке А.5 показано фото модификации аппарата ультразвукового распыления растворов для химико-механического полирования, отличающегося повышенной производительностью распыления, возможностью одновременного управления работой с передней панели и при помощи последовательного интерфейса. Аппарат может комплектоваться сменными рабочими окончаниями различной формы (для формирования факелов распыления различной формы и производительности) Повышенная производительность распыления и наличие сменных рабочих окончаний значительно расширяют область возможных применений распылителя (нанесение различных покрытий, распыление паяльных флюсов и др.).



Рисунок А.5 – Аппарат для распыления вязких жидкостей с повышенной производительностью

В таблице А.5 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.5 – Технические характеристики аппарата для распыления вязких жидкостей с повышенной производительностью

Параметр	Значение
Мощность, ВА	100
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	4
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	300×260×120
Габаритные размеры: колебательная система, мм	Ø70×70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–4
Средний размер распыляемых частиц, мкм	70
Производительность, мл/с, не более	3

Ультразвуковой аппарат для распылительной сушки показан на рисунке А.6. Ультразвуковые распылители этой группы отличаются более высокой производительностью распыления и возможностью работы с жидкостями в широком диапазоне изменения вязкости. Для обеспечения возможности работы распылителя в условиях высоких температур, имеющих место в сушильной камере, в аппарате предусмотрено охлаждение ультразвуковой колебательной системы сжатым воздухом.



Рисунок А.6 – Ультразвуковой аппарат для распылительной сушки

В таблице А.6 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.6 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для распылительной сушки

Параметр	Значение
Мощность, ВА	200
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	8
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	270×270×110
Габаритные размеры: колебательная система, мм	Ø100×150
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–30
Средний размер распыляемых частиц, мкм	90–100
Производительность, мл/с, не более	5,5

На рисунке А.7 показан ультразвуковой распылитель для низкотемпературной сушки (не более 90 °С). Ультразвуковая колебательная система имеет охлаждение при помощи вентилятора. Особенностью распылителя является наличие встроенной системы формирования факела необходимой формы при помощи подачи сжатого сухого воздуха.



Рисунок А.7 – Ультразвуковой аппарат для низкотемпературной распылительной сушки

В таблице А.7 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.7 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для низкотемпературной распылительной сушки

Параметр	Значение
Мощность, ВА	200
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	8
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	270×270×120
Габаритные размеры: колебательная система, мм	170×80×70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–30
Средний диаметр капель, мкм, не более	100
Вероятность попадания размера капли в интервал от 5 мкм до 200 мкм, %	99,9
Производительность, мл/с, не более	5,5

На рисунке А.8 представлен аппарат для равномерного тонкодисперсного, сверхнизкопроизводительного распыления вязких жидкостей. Основное назначение аппарата – распыление авиационного масла, содержащего продукты износа деталей в плазменную горелку атомно-эмиссионного спектрометра для анализа технического состояния авиационного двигателя. Особенностью аппарата является обеспечение распыла со средним диаметром капель 15–20 мкм при частоте ультразвуковых колебаний 22 кГц.



Рисунок А.8 – Ультразвуковой аппарат для тонкодисперсного распыления вязких жидкостей

В таблице А.8 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.8 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для тонкодисперсного распыления вязких жидкостей

Параметр	Значение
Мощность, ВА	50
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	8
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	270×270×120
Габаритные размеры: колебательная система, мм	170×80×70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–30
Средний диаметр капель, мкм, не более	20
Вероятность попадания размера капли в интервал от 5 мкм до 30 мкм, %	95
Производительность, мл/мин, не более	0,0025

На рисунке А.9 показана модификация аппарата для равномерного тонкодисперсного, сверхнизкопроизводительного распыления вязких жидкостей с резонансной частотой ультразвуковых механических колебаний распылителя 60 кГц. Повешение частоты колебаний обеспечивает уменьшение среднего диаметра формируемых капель и снижение массогабаритных характеристик распылителя.



Рисунок А.9 – Ультразвуковой аппарат для тонкодисперсного распыления вязких жидкостей

В таблице А.9 приведены технические характеристики аппарата.

Таблица А.9 – Технические характеристики ультразвукового аппарата для тонкодисперсного распыления вязких жидкостей

Параметр	Значение
Мощность, ВА	50
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	20–30
Время непрерывной работы, ч	8
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	270×270×120
Габаритные размеры: колебательная система, мм	170×80×70
Вязкость распыляемой жидкости, сПз	1–30
Средний диаметр капель, мкм, не более	15
Вероятность попадания размера капли в интервал от 5 мкм до 25 мкм, %	95
Производительность, мл/сек, не более	0,0025

На рисунке А.10 показано фото ингалятора ультразвукового «ИНАЛ». Аппарат предназначен для создания искусственных жидких аэрозолей растворов лекарственных веществ, настоев трав, минеральных вод.



Рисунок А.10 – Ингалятор ультразвуковой «ИНАЛ»

В таблице А.10 приведены технические характеристики ингалятора «ИНАЛ».

Таблица А.10 – Технические характеристики ингалятора «ИНАЛ»

Параметр	Значение
Мощность, ВА	20
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Рабочая частота, МГц	2,64
Число частиц, размером менее 2мкм, %	90
Максимальная производительность получения аэрозоля жидкости, мл/мин, не менее	4
Объем лекарственного препарата, используемого при распылении, мл	30±3
Масса ингалятора (в упаковке), кг, не более	3

Модификация ингалятора «ИНАЛ-М», предназначенная в первую очередь для бытового использования, показана на рисунке А.11. Аппарат предназначен для использования в домашних условиях для аэрозоль терапии магнетогидродинамически активированной водой, спиртовыми и водо-растворимыми лекарственными препаратами, в том числе содержащими растительные масла – эвкалиптовое, облепиховое, мятное и др.



Рисунок А.11 – Ингалятор ультразвуковой «ИНАЛ-М»

В таблице А.11 приведены технические характеристики ингалятора «ИНАЛ-М».

Таблица А.10 – Технические характеристики ингалятора «ИНАЛ-М»

Параметр	Значение
Мощность, ВА	20
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Рабочая частота, МГц	2,64
Число частиц, размером менее 2мкм, %	90
Максимальная производительность получения аэрозоля жидкости, мл/мин, не менее	1
Объем лекарственного препарата, используемого при распылении, мл	5±3
Масса ингалятора (в упаковке), кг, не более	1,7



ООО«Центр ультразвуковых технологий»

Россия, 659328, г. Бийск Алтайского края, ул. Трофимова 27, к. 101/1

Тел./факс (3854)432-570,432-581

E-mail: maxx@bti.secna.ru

www.u-sonic.ru



**Лаборатория акустических процессов
и аппаратов**

Бийского технологического института АлтГТУ (БТИ АлтГТУ)

Россия, 659328, г. Бийск Алтайского края, ул. Трофимова 27, к. 101/1

Тел. (3854) 43-25-81

Факс (3854) 43-25-70

E-mail: vnh@bti.secna.ru

www.u-sonic.ru

Научное издание

**Хмелев Владимир Николаевич
Шалунов Андрей Викторович
Шалунова Анна Викторовна**

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

МОНОГРАФИЯ

Редактор С.В. Соловьева
Компьютерная верстка А.Д. Обложкина

Подписано в печать 24.05.2010. Формат 60×84 1/16
Усл. п. л. – 14,5. Уч.-изд. л. – 15,6
Печать – ризография, множительно-копировальный
аппарат «RISO EZ300»

Тираж 500 экз. Заказ 2010–78
Издательство Алтайского государственного
технического университета
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

Оригинал-макет подготовлен ИИО БТИ АлтГТУ
Отпечатано в ИИО БТИ АлтГТУ
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27