

УДК 628.84

Рябышенков А. С.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ЧАСТИЦ И МЕТОДЫ ИХ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.

Согласно ГОСТ Р ИСО 14644-6 загрязнением является любое вещество (частицы, молекулярные и биологические структуры), которое может неблагоприятно влиять на продукцию или процесс [1]. Загрязняющие частицы образуются в результате контакта различных веществ (твердых, жидких, газообразных), а также при физическом и химическом взаимодействии одних веществ с другими. Природа их образования следующая: либо органическое происхождение (микроорганизмы, продукты распада органических соединений и т.п.), либо генерируются в результате производственной деятельности персонала.

Анализ литературных данных по проблеме аэрозольного загрязнения чистых помещений (ЧП) показал, что основными источниками их образования являются [2,3] (табл. 1):

Таблица 1 Основные источники загрязняющих частиц в чистых помещениях.

| № | Источники загрязняющих частиц | Доля, % |
|---|-------------------------------|---------|
| 1 | Обслуживающий персонал | 30-40 |
| 2 | Технологическое оборудование | 10-20 |
| 3 | Производственный процесс | 10-20 |
| 4 | Энергоносители и материалы | 20-30 |
| 5 | Воздух ЧП | 5-10 |

В воздух рабочей зоны ЧП аэрозольные частицы попадают из внешней среды (наружный воздух атмосферы), в которой содержатся аэрозольные частицы различных размеров и происхождения. Благодаря современным методам очистки и контроля аэрозольных частиц можно предотвратить их попадание в рабочую зону чистого помещения. Для этой цели, а именно для фильтрации воздуха широко используются высокоэффективные фильтры типа НЕРА и ULPA, предназначенные для улавливания мелкодисперсных частиц размером порядка 0,1 мкм.

Помимо обслуживающего персонала, технологического оборудования и самого производственного процесса, другим источником поступле-

ния аэрозольных частиц в ЧП может быть конструкция ЧП, на которой монтируются финишные фильтры. Они могут образовываться вследствие трения соприкасающихся конструктивных элементов под воздействием вибраций, давления, а также в результате эрозии поверхностных слоев при воздействии температуры и влажности воздуха, большой величины кратности воздухообмена (100-500 раз/час), светового потока, микроорганизмов и т.п.

С целью контроля чистоты воздуха и параметров микроклимата в ЧП в настоящее время широко используется стандарт ГОСТ Р ИСО 14644, который в полной мере отвечает строгим современным требованиям производства изделий электронной техники.

Как было сказано выше, основным источником аэрозольного загрязнения в ЧП является обслуживающий персонал; на его долю приходится примерно 40% причин брака при производстве ИЭТ. Источниками загрязнений в рабочей зоне ЧП, причиной которой является персонал, могут быть: чешуйки кожи, человеческий волос, жировые выделения, бактерии, вирусы и т.п. Диаметр частиц и капель слюны, выделяющихся от людей, находится в диапазоне от 1 до 1000 мкм; 95% этих частиц имеют диаметр от 2 до 100 мкм, а средний размер около 50 мкм [2]. В зависимости от размеров выделяющихся капель и частиц, а также от степени их высыхания и скорости оседания под действием сил гравитации частицы будут быстро оседать, не успевая высохнуть. Для предотвращения этого явления обычно используют специальные маски для персонала. Даже в нормальных условиях человек, работающий без специальных защитных сред, выделяет в рабочую зону ЧП большое количество загрязняющих частиц. Так, неподвижно сидячий или стоячий человек выделяет до 10000 частиц в минуту, а перемещающийся по рабочему пространству помещения – 2000000 част/мин [2]. Поэтому необходимость и целесообразность использования спецодежды в ЧП (комбинезоны, халаты, чепчики, бафы, перчатки, маски и т.п.) очевидна. Считается, что спецодежда персонала ЧП способна снизить генерацию частиц в рабочую зону на несколько порядков[3].

Другим источником загрязнений в ЧП является энергоносители и материалы, их характеристики представлены в таблице 2.

Один из основных источников образования загрязняющих веществ в ЧП является технологическое оборудование. В таблице 3 представлены основные источники аэрозольных частиц от различных типов оборудования при производстве ИЭТ.

С целью исключения персонала, как основного источника загрязнений в ЧП в настоящее время большое внимание уделяется автоматизации

производства ИЭТ и применении локальных чистых объемов без участия персонала.

Таблица 2 Характеристики энергоносителей и материалов, как источников загрязнений в ЧП

| № | Энергоносители и материалы | Источники загрязнений |
|---|--------------------------------|--|
| 1 | Технологические газы | Внесенные частицы, химические загрязнения, совместимость газов |
| 2 | Специальные газы | Химические загрязнения, генерация загрязнений от баллонов, клапаны, редукторы, соединительные шланги |
| 3 | Кислоты, щелочи и растворители | Химическая нестойкость, внесенные и собственные загрузочные частицы |
| 4 | Фоторезисты | Внесенные частицы, чувствительность к изменению параметров технологического процесса |
| 5 | Деионизованная вода | Бактерии, коллоидные вещества, органические осадки, ионизированные частицы |

Таблица 3 Источники загрязняющих веществ в технологическом оборудовании при производстве ИЭТ

| № | Технологический процесс | Источники загрязняющих веществ |
|---|-----------------------------------|---|
| 1 | Нанесение фоторезиста | Отраженное разбрызгивание, краевые натеки |
| 2 | Осаждение металла | Механизм загрузки, движение детали, шелушение и скальвание внутренних поверхностей оборудования |
| 3 | Центрифуга для сушки пластин | Электростатический заряд, механизм загрузки и вращения, пропускающие клапаны, уплотнения крышки |
| 4 | Ионная имплантация | Механизмы транспортировки, остатки резиста |
| 5 | Сухое травление | Внутренние механизмы, ионизированные загрязняющие примеси, автозагрузчики |
| 6 | Отжиг | Системы загрузки и транспортировки, растрескивание и шелушение от механических напряжений |
| 7 | Окисление при повышенном давлении | Химические примеси в газе, частицы от реактора и оснастки, загрузочные устройства |

Список используемой литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 14644-6-2010. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 6. Термины.

**XI Международная научно-практическая конференция
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
В ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ РЕГИОНАХ»**

2. Уайт В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации. – М. :изд. «Клинрум», 2008.-304 стр.