

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В МИНИСРЕДАХ И ИЗОЛЯТОРАХ

Статья опубликована в журнале *Cleanroom Technology*, October 2004, p.40-42 (www.cleanroom-technology.co.uk/) и печатается с разрешения редакции.
Перевод выполнен Хозяшевой Е.

Мартин Деркс обсуждает новые решения, которые предлагает компания *Lighthouse* для организации многоточечной системы мониторинга в минисредах и изоляторах

На сегодняшний день минисреды и изоляционные технологии не только полностью прижились в полупроводниковом и других высокотехнологичных производствах, но и стали их неотъемлемой частью. Использование минисред и соответствующей автоматизации позволяет повысить уровень контроля загрязнений, а также улучшить технологическую чистоту.

Минисреды бывают различных форм и размеров. Ранее минисреды сооружались вокруг технологического оборудования, тогда как современные минисреды являются составной частью самих производственных средств. Проектирование оборудования, распределение воздушных потоков и герметизация имеют важнейшее значение для поддержания уровня чистоты, необходимого для бесперебойной работы оборудования.

Использование счетчиков частиц для контроля загрязнений и для определения параметров воздушной среды в минисредах давно стало общепринятой практикой в чистых производствах. Счетчики частиц используются вместе с другим оборудованием, таким как датчики перепада давления, скорости потока

воздуха, температуры и влажности. Традиционные портативные счетчики часто позиционируются как основное средство для проведения исследований, определения параметров и регулирования хода процесса (рис. 1).

Как правило, в минисредах используются те же модели счетчиков частиц, которые применяются для контроля в основном чистом помещении. Определение параметров воздушной среды необходимо для гарантии того, что оборудование установлено в соответствии с требуемыми условиями чистоты. Ежедневный мониторинг также необходим для отслеживания изменений воздушной среды и обнаружения тенденций роста концентрации частиц или изменения других параметров.

Непрерывный мониторинг

Интервал времени между проверками непосредственно влияет на риск попадания в продукт опасных загрязнителей. Например, если оборудование подвергается проверке с помощью счетчиков частиц раз в неделю, то это означает, что если что-нибудь произошло

через один час после того, как была произведена проверка, то вам придется работать при высоком содержании частиц в воздухе на протяжении 167 часов. Это может серьезно повлиять на выход годной продукции. Многие производители считают необходимым исключить данный фактор риска путем ведения непрерывного измерения частиц как средства мониторинга своих минисред. С появлением различных методов проведения непрерывного мониторинга частиц появился выбор из нескольких вариантов.

А. Специализированный счетчик частиц

В качестве специализированного счетчика частиц, как правило, используют датчик аэрозолей. Датчик аэрозолей – это прибор, который по определению не обладает широким набором свойств, присутствующих у «обычного» измерительного прибора, т.е., не имеет пользовательского интерфейса. Собираемые им данные записываются и отображаются через какую-либо внешнюю систему или компьютер. Такой специализированный счетчик частиц аэрозолей устанавливается внутри или снаружи минисреды, а его пробоотборник располагается в определенной точке внутри самой минисреды (рис. 2). Таким образом, с помощью датчиков аэрозолей реализуется метод параллельного пробоотбора.

В. Система последовательного пробоотбора (на базе счетчика частиц)

О такой системе часто говорят как о «системе мониторинга частиц с коллектором или многоточечной системе пробоотбора» (рис. 3). Эта система пробоотбора аэрозолей спроектирована таким образом, чтобы с помощью одного счетчика частиц последовательно производить отбор проб в нескольких различных точках. Сам счетчик частиц располагается в определенном месте рядом с коллектором. Пробоотборные

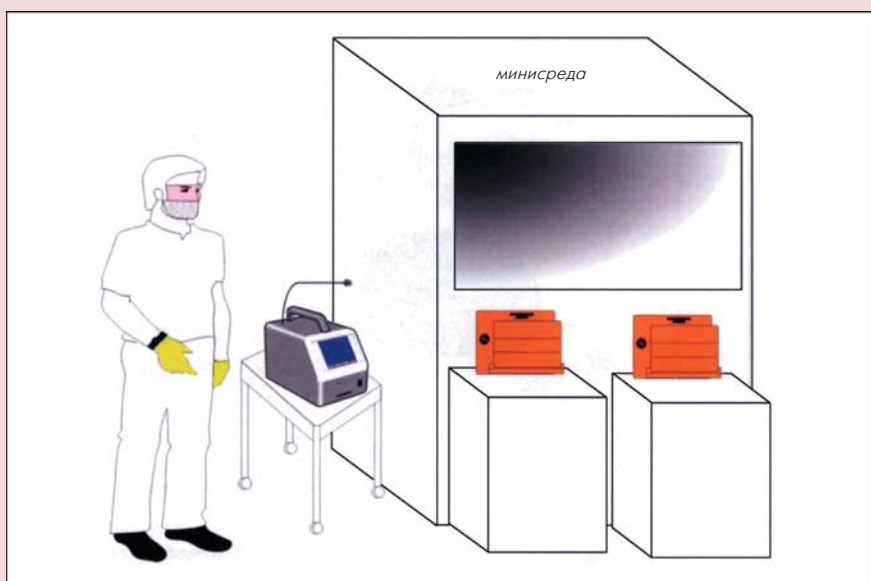


Рис. 1

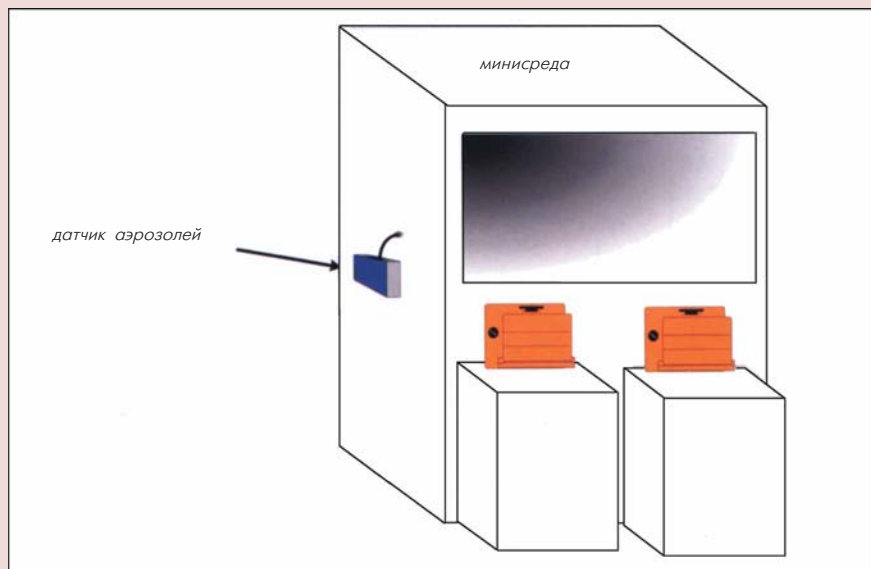


Рис. 2

трубки подводятся к различным точкам пробоотбора в чистом помещении или к разным минисредам. Воздух непрерывно прокачивается через все трубки с помощью внешнего насоса, также входящего в состав коллектора. Внутренний механизм коллектора направляет поток пробы через одну из трубок к счетчику частиц. Это позволяет счетчику каждый раз производить пробоотбор из одной определенной точки. Обычно время пробоотбора соответствует отбору одного кубического фута (28,3 литра) воздуха (для счетчиков типа Solair это время равно одной минуте). После того, как пробоотбор через одну из трубок завершен, многоточечная система выбирает другую точку для отбора пробы. Как правило, многопортовая система пробоотбора содержит 12, 24, 30 или 32 точки отбора проб на один счетчик частиц. Последовательность пробоотбора зависит от количества

точек. Если у вас есть 12 пробоотборников и измерение через каждую трубку производится 1 минуту, плюс 10 секунд занимает время между взятиями образцов, то повторный пробоотбор из одной и той же точки будет происходить через 14 минут. Для 32 точек понадобится более 38 минут, чтобы повторить измерения.

Преимущества и недостатки метода последовательного пробоотбора

Преимущества последовательной системы:

1. Низкая стоимость приборов часто позволяет выбирать более чувствительные приборы (например 0,1 мкм вместо 0,3 мкм).
2. Низкая стоимость калибровки: так как прибор обслуживает все 32 точки пробоотбора, то необходимо калибровать только один прибор.

3. Низкая стоимость обслуживания: нужно производить техническое обслуживание только одного прибора.

Недостатки последовательной системы:

1. Промежуток между измерениями до 38 и более минут. Время между взятиями проб из одной точки зависит от количества точек пробоотбора.
2. Зависимость измерений в 32 точках от одной системы. Когда прибор находится на калибровке или техническом обслуживании, отбор из всех 32 точек не производится.
3. Транспортировка частиц: в таких системах субмикронные частицы без потерь перемещаются внутри системы, но частицы более 1 мкм имеют большой коэффициент потерь при транспортировке.

Недостатки метода параллельного пробоотбора

Минисреды обычно оборудуются ламинарными (мононаправленными) потоками воздуха по всему объему. Один счетчик частиц или одна точка пробоотбора в достаточной мере не могут отражать состояние всей минисреды (рис. 4). Загрязнение, произошедшее в каком-либо одном месте, может не быть обнаружено, если только оно не произошло непосредственно выше счетчика по потоку. Чтобы обеспечить охват системой мониторинга всей минисреды, может потребоваться много счетчиков. Это значительно увеличит затраты на обеспечение мониторинга частиц.

Новые решения

Для того чтобы производить пробоотбор из нескольких точек, используя при этом один прибор, и точно определять точку отбора каждого образца, было создано новое устройство – миниколлектор.

Миниколлектор позволяет с помощью одного счетчика частиц обеспечивать непрерывный мониторинг в 6 разных точках одной минисреды или участка технологического оборудования, а также четко контролировать концентрацию частиц в каждой из 6 точек (рис. 5).

Миниколлектор состоит из последовательной коллекторной системы со встроенным контроллером и насосом для прокачки воздуха. Вход пробоотборника подсоединен к манипулятору, расположенному внутри прибора, который позволяет последовательно переключать пробоотборник по шести трубкам. После того, как пробоотбор через одну из шести трубок завершен, манипулятор перемещает пробоотборник счетчика в следующую точку.

Контроллер поддерживает связь со счетчиком частиц и может быть подключен к компьютерной системе или технологическому оборудованию через стан-

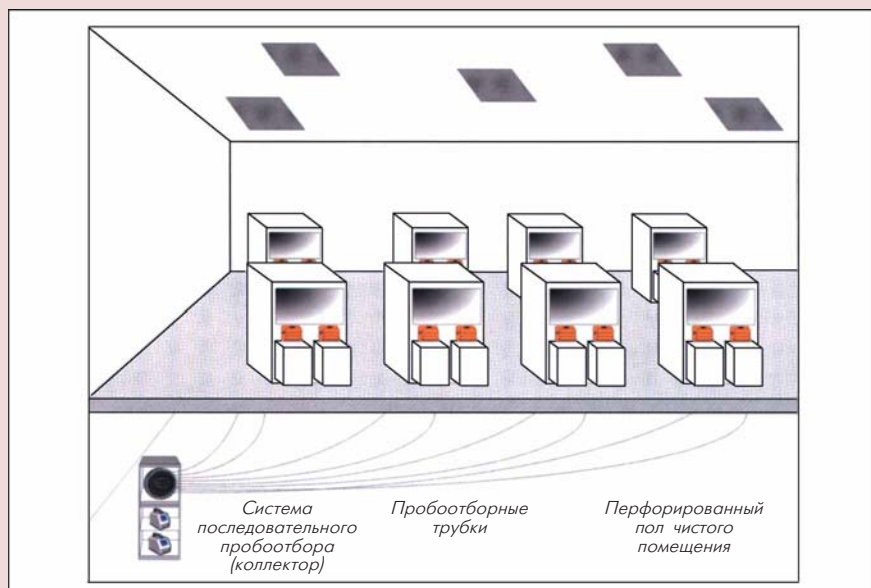


Рис. 3

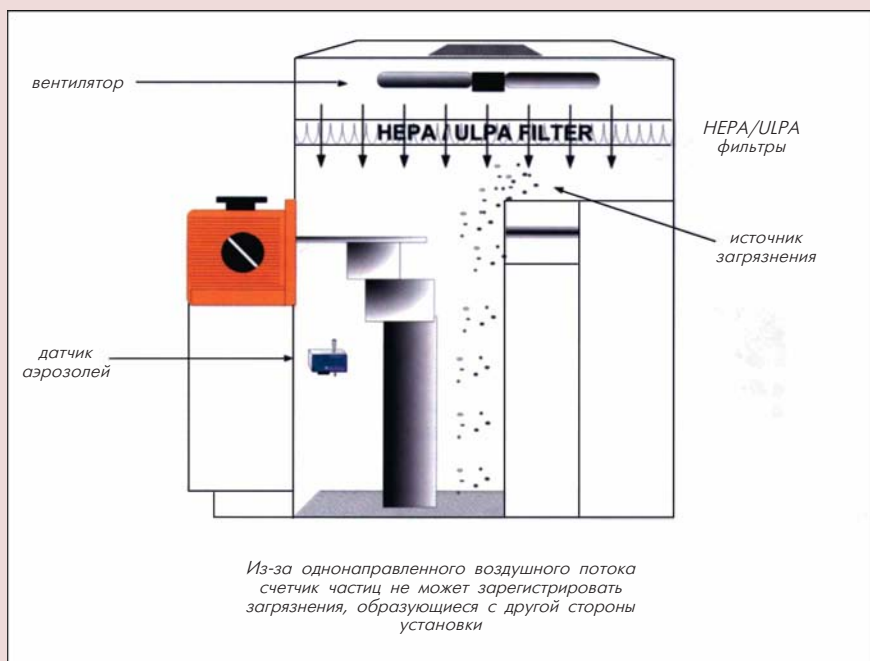


Рис. 4

дартный протокол Modbus. Контроллер сохраняет информацию, поступающую от каждой из шести точек пробоотбора. По существу, это позволяет записывать данные из каждой точки таким образом, как если бы измерения проводились отдельными счетчиками частиц.

Насос находится вне самой системы и может быть установлен на некотором расстоянии от коллектора. Насос прокачивает воздух через все шесть каналов одновременно. В миниатюрном коллекторе с целью избежания потерь частиц при транспортировке пробы по пробоотборным трубкам используется изокINETическая система пробоотбора. Такая система обеспечивает одинаковую скорость потока во всех трубках все время, даже когда счетчик частиц подключается к одной из трубок.

Программирование параметров пробоотбора для миниколлектора может быть проведено в соответствии с выбранными пользователем временем пробоотбора, прокачки и временем задержки запуска. Для каждой точки время отбора пробы и время задержки можно установить индивидуально. К тому же, можно создать особые конфигурации пробоотбора, позволяющие производить быстрый отбор проб из всех точек вместе или из каждой индивидуально.

Миниколлектор также имеет буфер для хранения накопленной информации. Миниколлектор может работать вместе с датчиками частиц Remote серии «Р» (со встроенным насосом) фирмы Lighthouse. Датчики аэрозолей серии «Р» имеют чувствительность 0,2 / 0,3 / 0,5 мкм и скорость пробоотбора 2,8 л/мин. К аэрозольным датчикам частиц Remote серии «Р» можно дополнительно подключать датчики температуры, относительной

влажности, перепада давления и скорости воздуха.

Причины появления загрязнений

Поломка вентиляционных установок, снабженных фильтрами. Вентиляционные установки могут быть повреждены или выключены на время технического обслуживания. Без надлежащей работы вентиляционных установок загрязнение может попасть на поверхность изделия или продукта.

Скопление загрязнений сверх установленных нормативов. Загрязнение может накапливаться во время работы оборудования, в процессе износа или хода технологических процессов. Накопившееся загрязнение также может попадать на поверхность изделия или продукта.

Неправильно отрегулированная скорость работы вентиляционных установок.

Зачастую скорость работы вентиляторов в вентиляционных установках регулируется. Слишком высокая скорость может иметь следствием избыточное давление в минисреде и служить причиной образования турбулентных потоков, которые захватывают находящиеся внутри минисреды частицы. Если скорость слишком низкая, это создает низкую разность давления, что позволит частицам извне проникать в минисреду.

Нарушение герметичности минисреды. Герметичность стыков корпусных панелей обеспечивает необходимый воздушный поток и перепад давления. Если такая изоляция нарушена, концентрация частиц может стать очень высокой.

Проведение мониторинга

Многоточечный мониторинг может проводиться в критических минисредах, где нельзя получить адекватную информацию с помощью одиночного счетчика частиц.

Мониторинг автоматизированной производственной линии: мониторинг конвейеров, автоматизированных производственных средств и автоматизированных систем поставки обычно сложно или невозможно вообще производить с помощью портативного счетчика частиц или одиночного датчика.

Закключение

Существует несколько методов обеспечения непрерывного пробоотбора частиц в минисредах. Миниколлекторы позволяют проводить мониторинг с помощью одного счетчика частиц в шести точках минисреды или производственного оборудования и сохранять результаты мониторинга для каждой точки отдельно. Это существенно увеличивает зону действия одного счетчика частиц в данном оборудовании, а с увеличением зоны действия вероятность обнаружения произошедшего загрязнения увеличивается.

