

# Последняя разработка в области проверки чистоты поверхностей\*

Морган Полен (Morgan Polen), вице-президент компании Lighthouse Worldwide Solutions (США) по прикладным технологиям, сравнивает существующие методы определения чистоты поверхностей с новой разработкой, основанной на анализе цифровых изображений



С помощью прибора Particle Guard легко проводятся прямые и точные измерения частиц на поверхностях производственного оборудования, рабочих столах, стенах и панелях.

Измерение чистоты поверхностей в чистых производственных помещениях – это важная часть любой программы контроля загрязнений, поскольку полученные таким образом данные позволяют персоналу, ответственному за обеспечение чистоты, оценить эффективность процедур очистки деталей и компонентов, рабочих поверхностей, ручных и иных инструментов, устройств для транспортировки, нового оборудования и поступающих снаружи в чистое помещение материалов.

Одним из широко используемых для этих целей приборов является счетчик (сканер) частиц на поверхности (surface scanner particle counter) – довольно громоздкий специализированный прибор, в котором для поиска частиц контролируемая поверхность сканируется лучом лазера. Приборы такого типа широко используются в полупроводниковой промышленности, при производстве компьютерных жестких дисков и жидкокристаллических мониторов для обнаружения загрязняющих частиц, находящихся на поверхности изделий, поскольку от их наличия непосредственно зависит выход годной продукции. Однако их применение ограничено только указанными

отраслями, поскольку конструкция приборов рассчитана на контроль поверхности именно силиконовых пластин, жидкокристаллических экранов и винчестеров.

Обычно при подобных измерениях используется методика «контрольных пластин» (witness wafer). В соответствии с этой методикой контрольные пластины или диски (которые в дальнейшем уже не будут использованы в производстве) размещают в критических точках чистого помещения или контролируемого оборудования, причем перед этим измеряют уровень загрязненности каждой из пластин. После продолжительной – обычно в течение 24 часов – экспозиции в чистом помещении пластины собирают и вновь измеряют количество

измерить уровень чистоты поверхностей в кассетах для транспортировки пластин или дисков или в технологическом оборудовании, соприкасающемся с изделиями, с помощью сканера частиц на поверхности невозможно.

Другим методом подсчета частиц на поверхности, также получившем распространение, является использование оптического счетчика частиц в жидкости или в воздухе – в зависимости от того, какая среда применяется для того, чтобы доставить в измерительный прибор частицы, предварительно удаленные (с затратами некоторой энергии) каким-либо способом с контролируемой поверхности. В большинстве случаев используют ультрачистую воду, счетчик частиц в жидкости, ультразвуковой



Система для измерения концентрации частиц в жидкости и резервуар с ультразвуковым излучателем (слева)

частиц на их поверхности. Величина, полученная после вычитания результата первого измерения из второго, соответствует числу «добавившихся» за время экспозиции частиц и, таким образом, является индикатором уровня загрязненности проконтролированной зоны чистого помещения.

Подобным образом можно измерить уровень загрязненности только того вида продукции, на который рассчитан измерительный прибор. Напрямую

излучатель и емкость для воды, достаточно большую для того, чтобы в нее поместился контролируемый объект.

После измерения чистоты воды, залитой в резервуар, в него помещают исследуемую деталь и на определенное время включают ультразвуковой излучатель на фиксированной частоте. Затем вода вновь пропускается через счетчик частиц в жидкости. Сравнение результатов измерений до и после обработки детали позволяет оценить чистоту ее поверхности.

Преимуществом такого подхода является возможность измерения уровня чистоты всей поверхности контролируемой детали или изделия. К недос-

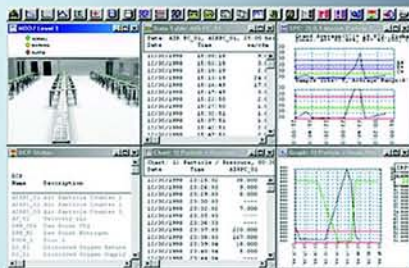
\*Статья публикуется с разрешения редакции журнала Cleanroom Technology (v.9,ц3,2003,Р,22-24) ([www.cleanroom-technology.co.uk](http://www.cleanroom-technology.co.uk)).

# РУЧНОЙ СЧЕТЧИК АЭРОЗОЛЕЙ HANDHELD 3016

портативные приборы  
**SOLAIR**



**ДАТЧИКИ АЭРОЗОЛЕЙ**  
для систем контроля



программное обеспечение

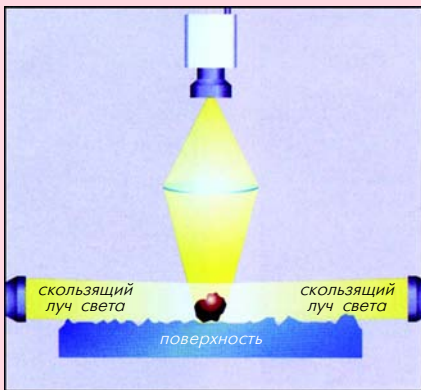


- чувствительность 0,3 мкм
- расход 2,8 л/мин
- измерения в 6 каналах одновременно
- вес 1 кг
- Li-Ion аккумулятор
- сенсорный экран 3,8"
- память на 1500 измерений
- передача данных в компьютер
- измерения температуры и влажности
- гарантия 2 года

**RELIABILITY**  
**YOU CAN COUNT ON**

Фирма Lighthouse Worldwide Solutions (США) предлагает счетчики и спектрометры аэрозолей, системы мониторинга любых параметров чистых помещений, мониторинг молекулярных загрязнений, счетчики частиц на поверхности.

Представитель в России - научно-производственная фирма «Топаз-К»  
Авторизованный сервис-центр приборов фирмы Lighthouse.  
Консультации. Калибровка и обслуживание. Обучение персонала  
123182 Москва, пл. Курчатова, 1. Тел.:(095)-196-7594, факс: (095)-196-9472,  
<http://www.topazk.ru> e-mail: [topazk@topazk.ru](mailto:topazk@topazk.ru)



Прибор Particle Guard прямым методом измеряет концентрацию и размеры частиц на любой плоской поверхности.

таткам следует отнести непрямой характер измерений, поскольку на результат могут влиять как эффективность транспортировки частиц, так и возможные изменения их физических или химических свойств вследствие погружения в воду или воздействия ультразвука.

### Счетчик частиц аэрозолей

Альтернативным методом является использование счетчика частиц аэрозолей со специальной измерительной головкой. Струя воздуха под давлением попадает внутрь измерительной головки и проходит над контролируемым участком поверхности. На центральной оси измерительной головки расположено выходное отверстие, которое соединено с источником разрежения (прибором). Частицы с поверхности эффективно засасываются в него и попадают в счетчик аэрозолей.

Преимуществом этого способа является портативность прибора и воз-

можность проведения измерений чистоты любого плоского участка поверхности. К очевидным недостаткам следует отнести зависимость точности измерений от условий окружающей среды вокруг контролируемого объекта. Другим заметным фактором, влияющим на процесс измерений, являются силы адгезии, удерживающие частицы на поверхности.

Практически уже частицы диаметром менее 1,0 мкм трудно удалить с поверхности, а если при этом частицы несут электростатические заряды, то лишь незначительная часть таких частиц (если они вообще будут!) оторвется от поверхности и достигнет счетчика.

Третьим фактором, влияющим на результаты измерений, являются индивидуальные особенности техники измерений конкретного оператора. Поскольку измерительная головка перемещается вручную, результат измерения может зависеть как от скорости, с которой перемещается головка, так и от того, насколько плоской является контролируемая поверхность.

Еще одним традиционным методом измерений является визуальный контроль увеличенного с помощью оптического микроскопа изображения поверхности и подсчет числа частиц, находящихся в поле зрения микроскопа. Ограничениями метода является его применимость лишь к мелким изделиям, которые можно поместить

на предметном столе микроскопа. Впрочем, можно использовать специализированные микроскопы, которые с помощью специальных приспособлений позволяют увидеть непосредственно контролируемую поверхность большой детали или изделия.

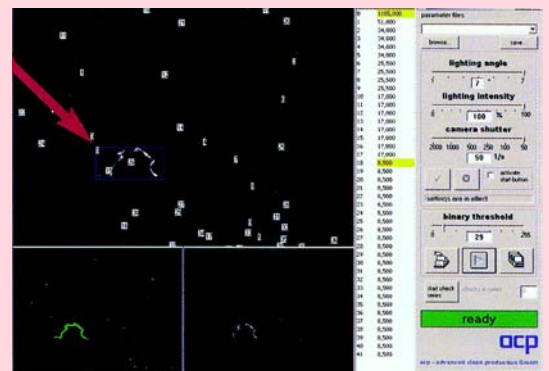
Преимуществами такого метода измерений являются его прямой характер, относительно низкая стоимость и возможность простой проверки результатов измерений. К недостаткам относятся необходимость больших затрат рабочего времени и ограниченность объектов, которые можно исследовать с помощью микроскопа.

Разновидностью метода визуального контроля является использование лент или иных контактных поверхностей, которые приводятся в соприкосновение с исследуемой по-

верхностью, а затем изучаются под микроскопом.

Последней по времени разработкой в этой области, предложенной в Германии совместно Институтом Фраунгофера и фирмой Advanced Clean Production (ACP), является уникальный портативный счетчик частиц на поверхности, использующий принцип прямого подсчета количества частиц и определения их размеров. В настоящее время этот прибор выпускается фирмой Lighthouse Worldwide Solutions (США) под торговым названием **Particle Guard**.

Цифровая видеочкамера и оптическая система формирования изображения, использующая скользящий луч света для освещения контролируемой поверхности, предназначены для изме-

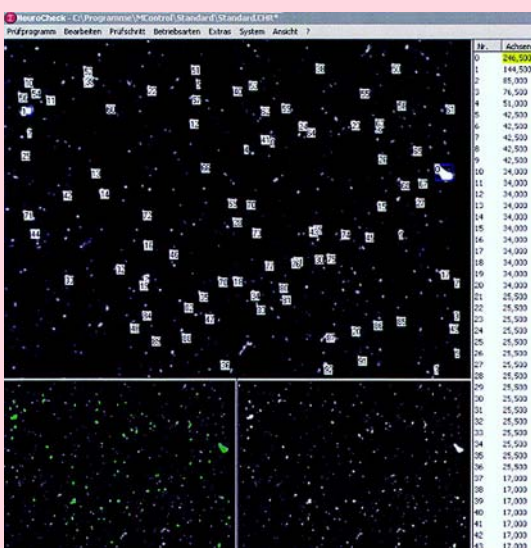


Скриншот с дисплея Particle Guard. Стрелка указывает на нитевидную частицу, обнаруженную на контролируемой поверхности.

рения размеров и концентрации частиц на поверхности. Изображение поверхности формируется и обрабатывается менее чем за 0,5 с. На экране прибора постоянно обновляется изображение поверхности, находящейся в поле зрения измерительной головки прибора, причем по изображению определяется не только концентрация частиц, но и координаты каждой частицы на контролируемой поверхности. Прибор регистрирует частицы с размером более 0,5 мкм.

Прибор Particle Guard позволяет записывать в память полученные изображения контролируемых поверхностей вместе с результатами измерений концентрации и размеров частиц, что позволяет, например, сравнить состояние поверхности до и после уборки.

В приборе предусмотрены настройки, позволяющие компенсировать различную чистоту обработки (гладкость) контролируемых поверхностей, а также отличия в коэффициентах отражения света для различных материалов. С помощью нового метода удалось значительно расширить перечень возможных объектов контроля, т.е. поверхностей, измерение чистоты которых ранее



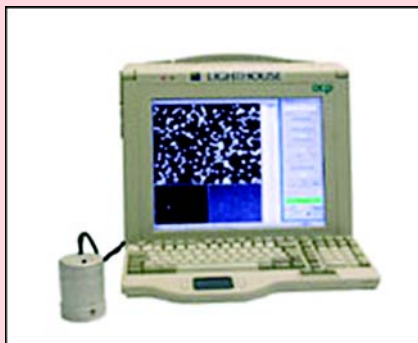
Скриншот с дисплея Particle Guard: верхняя часть экрана показывает изображение поверхности с пронумерованными частицами, нижняя – изображение с расплывающимися частицами (слева) и изображение на выходе цифровой видеосистемы (справа); в правой части экрана – столбец с размером частиц и ее координатами.

вызывало серьезные проблемы. Так, прибор Particle Guard позволяет контролировать чистоту стен чистых помещений, рабочих столов, SMIF-контейнеров и тонких пластиковых пленок.

### Не зависит от окружающей среды

Другой важной особенностью нового метода является независимость результатов измерений на поверхности от условий окружающей среды. Прибор позволяет проводить измерения концентрации частиц на поверхностях не только в помещениях невысокого класса чистоты (ИСО 8 или ИСО 9), но даже в неклассифицируемых помещениях. Программное обеспечение прибора позволяет импортировать результаты измерений в программу Excel для дальнейшей обработки и графического представления.

Данные для интересующих пользователя поверхностей могут быть сохра-



Внешний вид прибора Particle Guard.

нены, а затем вызваны вновь для того, чтобы облегчить повторную проверку чистоты поверхности как важную часть программы контроля уровня загрязненности чистого помещения.

Недостатком нового метода измерения является геометрический фактор –

для контроля протяженной поверхности требуется сканирование всех ее участков, а с другой стороны, контролируемая поверхность должна быть достаточно большой для того, чтобы на ней разместилась измерительная головка. Правда, для измерений на поверхности небольших объектов могут быть сконструированы специальные держатели. Например, было изготовлено приспособление, позволяющее контролировать чистоту магнитных записывающих головок для устройств хранения информации.

Данные, полученные с помощью прибора Particle Guard, позволяют также получить информацию, которая помогает сделать некоторые выводы о природе самих частиц. Изображения, полученные с помощью используемой в нем цифровой видеокамеры, можно просматривать на экране прибора, что позволяет в некоторых случаях визуально определить форму частиц.

## ООО «КОМПЛЕКТ ЧП»

Официальный дилер Hygromatik, GEA, Seokyoung



## Все для чистых помещений!

Оборудование и материалы от ведущих российских и зарубежных производителей:

- Пароувлажнители
- Кондиционеры
- ФВУ
- Фильтры
- Счетчики частиц
- Фальшпол
- □ Ограждающие конструкции

и многое другое



Наш адрес:

127411 Москва, Дмитровское шоссе, 110  
Тел/факс: (095) 484-72-95; 484-74-51; 483-29-14  
mostek@crcomplex.ru или dmitriev@crcomplex.ru  
www.crcomplex.ru