

# Выбор датчиков скорости воздуха для мониторинга ламинарного потока

Реферат статьи Вальтера Хольша, опубликованной в журнале *ReinRaumTechnik*, 2/2006

Непрерывно растет доля высококлассных чистых или стерильных помещений в производстве полупроводников и в фармацевтической промышленности, т.к. этого требуют производственные процессы. Чтобы ограничить расходы на поддержание высокого уровня чистоты, производители переходят к тому, чтобы делать сверхчистой зоной не все помещение, а специальные «окружения», обозначаемые как мини-окружения или мини-среды (Mini-Environment), например, камеры с смонтированными перчатками (Glove-Box), изоляторы или RABS (Restricted Access Barrier System – барьерные системы ограниченного доступа). Общим у всех этих чистых помещений является то, что сверхчистые процессы проводятся по возможности в небольшой и защищенной от постороннего доступа зоне, где можно, например, разливать жидкие лекарственные средства или изготавливать полупроводники.

Чистые помещения высокого класса чистоты, как правило, оборудуются компьютерными системами мониторинга параметров чистого помещения. Такой подход всегда экономически оправдан – производитель всегда должен быть уверен в том, что продукция произведена в надлежащих условиях – иначе это может обернуться серьезными финансовыми потерями (производимая в условиях высокой чистоты продукция всегда является дорогостоящей). К контролируемым параметрам относятся концентрация частиц, температура, влажность, перепад давления. В чистых помещениях с однонаправленным воздушным потоком к этому перечню обязательно добавляются датчики скорости воздуха.

Кажется, простое дело: в каком-либо подходящем месте просто установить в поток датчик и подсоединить его к системе мониторинга процесса. Но при этом должны быть соблюдены определенные требования FDA и пользователя оборудования. В чем они заключаются?

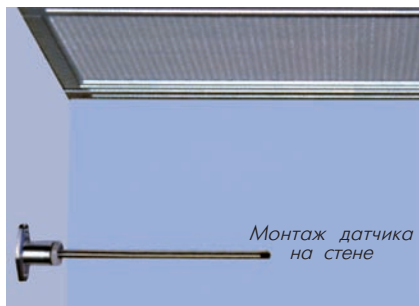
## Требования к датчикам скорости воздуха, используемым для мониторинга ламинарного потока

**Диапазон измерения.** Так как диапазон контроля скорости воздуха в чистом помещении, как правило, составляет 0,36-0,54 м/сек, для систем мониторинга обычно выбираются датчики с диапазоном измерения до 1 м/сек. При этом перекрываются все параметры рабочего состояния, действующие в настоящее время.

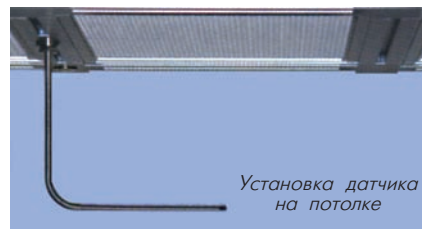
## Начало диапазона измерения.

В стандарте ISO 14644-3:2005 рекомендовано, чтобы диапазон измерения начинался со значения 0,1 м/сек. Это требование обусловлено диапазоном пользователя, т.к. обычно по окончании производства или при дезинфекции циркуляцию воздуха уменьшают, и скорость потока составляет при этом около 0,2 м/сек. Известно, что погрешность измерения датчика потока особенно высока в начале диапазона измерения, поэтому здесь действует следующее правило: более оптимально подходит такой датчик, у которого ниже начало диапазона измерения. Начало диапазона у наилучших датчиков, имеющихся сегодня на рынке, находится в пределах 0,05 м/сек. Поэтому для контроля ламинарного потока в настоящее время используются практически только термоанемометрические датчики потока. При скоростях потока около 0,2 м/сек и ниже уже нельзя использовать крыльчатые датчики.

**Точность.** Правилами GMP указывается допуск  $\pm 20\%$ , но в любом случае нужно стремиться к улучшению характеристик. Это не так просто, как кажется, т.к. такие маленькие воздушные потоки очень трудно создать в аэродинамической трубе, при скорости потока ниже 0,5 м/сек отмечаются относительно большие погрешности измерения. Об этом говорит тот факт, что производители датчиков указывают точность измерения как комбинированное значение, например, процентное значение замеренного значения плюс процентное значение диапазона измерения или абсолютной величины. Если, например, указана точность измерения 3% от измеренного значения плюс постоянная величина 0,04 м/сек, это означает, что для измеренного значения 0,45 м/сек точность измерения составляет 0,0635 м/сек, а это уже 11,9% от измеренного значения! Радуйтесь, если ваш датчик скорости воздушного потока при значении 0,45 м/сек имеет показатель лучше, чем 15% от измеренного значения.



**Материалы.** Можно использовать только такие материалы, которые не выделяют вредные вещества и устойчивы к процессам чистки и дезинфекции. В первую очередь используется высококачественная сталь, пластмассу можно использовать только в том случае, если она не выделяет частицы. При применении в фармацевтической промышленности дополнительно учитывается устойчивость к спиртам и перекиси водорода, очень часто используемой для дезинфекции. Если датчик не обладает устойчивостью к применяемым дезинфицирующим средствам, на время дезинфекции его следует снять или закрыть.



**Конструкция, соответствующая правилам GMP.** В соответствии с требованием стерильности датчик должен иметь по возможности гладкую поверхность, которую можно легко чистить. Не следует допускать наличия скрытых полостей.

**Сертификаты калибровки.** FDA признает только те результаты измерения, которые произведены датчиком, имеющим сертификат калибровки, т.е. требуется наличие заводского сертификата калибровки или сертификата калибровки, составленного в соответствии с национальными стандартами.

**Долговременная стабильность.** Датчики, используемые для непрерывного контроля, должны по возможности несколько лет работать без вмешательства, если это совпадает с пожеланием пользователя. Один раз в 6 или 12 месяцев они проверяются с помощью мобильного образцового измерения, в это время можно провести и необходимую настройку. В то же время эксперты настоятельно не рекомендуют проводить юстировку встроенных датчиков потока на месте. Погрешность измерения таких датчиков в несколько раз больше, чем при регулировке в аэродинамической трубе на заводе-изготовителе. Поэтому преимущество имеют, конечно, те датчики, измерительные сигналы которых имеют долговременную стабильность, и которым не требуется дополнительная регулировка на месте.