

В этом номере Вы ознакомитесь со статьями по оценке степени отделения частиц от ткани одежды для чистых помещений (ЧП), что очень важно для оценки качества ткани новой одежды и, особенно, для степеней очистки одежды и ее износа. Как правило, два основных требования к одежде – минимальное собственное пыле- и ворсоотделение и антистатичность – безукоснительно выполняются современными, заслуживающими доверия производителями ткани. Тогда одежда может стать источником загрязнений только в течение эксплуатации: из-за механических повреждений; разрушения ткани при несоблюдении условий стерилизации; адсорбции моющих веществ, при стирке и некоторых других причин.

В статье об испытательной камере Body-Box анализируются ее возможности, хотя мы считаем, что результаты испытаний в ней имеют ограниченное значение. Наш вывод основан на собственных экспериментах в функционирующих ЧП предприятий электронной и химико-фармацевтической промышленности. Даже если выполнены два основных требования к качеству текстильных материалов и создана одежда надлежащего дизайна, это не гарантирует оптимальную защиту технологической среды от загрязнения продуктами метаболизма человека. Решающее значение имеет организация так называемой «Системы одевания». Согласно рекомендациям IEST-RP-CC003 спецификация системы одевания включает более десяти положений, среди которых, кроме требований к одежде и аксессуарам, включены требования к помещениям для переодевания и их оборудованию, переходным шлюзам, шкафам для хранения одежды, процедуре одевания и раздевания; очистке одежды; мониторингу ЧП; инспекции одежды на чистоту и износ; снабжению одеждой и ряд др. Только соблюдение всех требований, главные из которых – поведение персонала, правильная очистка и, особенно, заключительная промывка и сушка одежды, обеспечивает сохранность класса чистоты функционирующего помещения.

Однако статья интересна тем, что затрагивает важный вопрос повышения давления в так называемом «пододежном пространстве» – явление, игнорируемое практически всеми производителями одежды. Из-за особенностей конструкции одежды для ЧП (максимально возможной герметизации и использовании тканей с очень низкой воздухопроницаемостью) воздух нагревается телом, расширяется и создает избыточное давление в пододежном пространстве. Оно, по нашим экспериментальным данным, может достигать 5 – 20 Па. Таким образом, уже на стадии проектирования одежды предопределен эффект «мехов», то есть «выхлопа» загрязненного теплого воздуха в местах естественных отверстий одежды – возле шеи, возле кистей рук и щиколоток. Более того, эффект «мехов» определяет не только неконтролируемые выхлопы, но и засасывание в пододежное пространство окружающего воздуха. А если он загрязнен вредными испарениями от используемых химикатов, взвесью пыли от фасуемых продуктов – результат очевиден. И чем лучше барьерные свойства ткани, тем более

негативное влияние она оказывает на барьерные свойства одежды в целом. Через «слабое место» в одежде неизбежно произойдет выброс грязного воздуха из пододежного пространства. По аналогии с техникой фильтрации, через одно большое отверстие «проскочит» неизмеримо больше частиц, чем через множество маленьких.

Решение вопроса гармонизации барьерных свойств текстильных материалов и комфортности одежды мы видим в осуществлении следующей простой идеи. Если нельзя избежать неконтролируемого выхода грязного воздуха из пододежного пространства, необходимо создать условия для выхода отфильтрованного воздуха через специальные отверстия на заранее определенных участках одежды. Обеспечив тепло- и массообмен пододежного пространства с окружающей средой, можно приблизить комфортность одежды к комфортности повседневной одежды.

Во второй статье авторы предлагают модифицированный метод ASTM F-51-00 испытаний на отделение частиц от ткани и одежды. Он прост, надежен и обеспечивает воспроизводимость результатов. Для отечественных пользователей одежды важно знать, что принципиально это тот же метод, который описан в МУ42-51-61-93 «Контроль степени выделения частиц тканей технологической одежды», только без программного обеспечения. На наш взгляд, его несложно создать для обработки результатов измерений, выполненных согласно МУ для квалифицированной оценки чистоты одежды.

Поскольку ни в одной из статей не затронут вопрос определения микробной контаминации технологической одежды, уместно напомнить о МУ-42-51-15-93 «Контроль микробной контаминации технологической одежды». Методы контроля загрязнений тканей и одежды описываются также в приложениях к ISO 14698-1: 2003 Приложение Д «Руководство по определению микробного загрязнения тканей» и Приложение Е «Руководство по валидации процесса стирки одежды».

К сожалению, как показывает наш опыт работ с пользователями одежды, только на немногих предприятиях регулярно контролируют количество частиц, отделяемых от ткани одежды. Такое положение совершенно недопустимо при проведении работ в ЧП высоких классов чистоты, и мы можем рекомендовать отделам контроля качества создавать службы, отвечающие за подготовку и эксплуатацию одежды. Возможно, это будут лаборатории, подобные лабораториям электронной гигиены, как это было в свое время на предприятиях полупроводниковой промышленности.

Власенко В.И., к.т.н., директор по техническим вопросам НППП «ЭКМА» г. Киев (ДП КНУТД); зав. ПНИП СВПП Киевского национального университета технологий и дизайна

# BODY-BOX-TEST МЕТОД ИСПЫТАНИЯ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ

Карстен Мошнер (Dastex Reinraumzubehor GmbH & Co.KG), Томас фон Кальден (CCI von Kahlden GmbH)

Статья печатается с разрешения редакции журнала ReinRaumTechnik 2/2004

Перевод Курочкиной Г.И., научное редактирование Власенко В.И.

Статья посвящена описанию практического метода испытания различных типов одежды персонала на отделение (генерацию) частиц. При этом основное внимание уделяется воспроизводимости результатов.

Без сомнения, одежда персонала, работающего в чистых помещениях, является, как и прежде, одним из важных элементов, влияющих на степень чистоты чистой зоны. Наряду с определенными параметрами текстиля, на отделение частиц с одежды сотрудников влияют также конструкция одежды, поведение персонала, компоненты одежды, а также нижняя одежда. Правда, техническая документация на одежду для чистых помещений содержит только данные, относящиеся к ткани, используемой для рабочей одежды чистой зоны. Поскольку методы испытания основных свойств материала, например, способность удерживать частицы, проницаемость для

паров воды, электростатические характеристики и др. не нормируются, конечный потребитель зачастую не имеет возможности сравнивать технические данные отдельных производителей. Результаты испытаний можно сравнивать только при наличии равных условий и методов испытаний.

## Сравнимость данных

Кроме проблемы сравнимости, указанные выше данные, как правило, касаются технических свойств еще не переработанных материалов, т.е. ткани в рулоне. В лучшем случае (несмотря на то, что это очень важно) проводится имитация явлений старения, при этом

ткань перед испытанием проходит через определенное количество циклов чистки (например, 50 циклов стирки и сушки). Обоснованная характеристика свойств продукта, после того как из материала будет изготовлена одежда и/или полная система одежды, – это скорее исключение. Такие явления, как «избыточное давление» или «перегрев» (Thermik) в пододежном пространстве одежды для чистых помещений вообще остаются без внимания. Исследования на эту тему были опубликованы в отраслевом исследовании Fachbeitrag 2003 (GIT ReinRaumTechnik 03/03).

В этой связи нам кажется важным обратить внимание пользователей на

проблемы влияния избыточного давления и «перегрева» (Thermik). Осуществление испытаний данных характеристик одежды осложняется также высокими затратами. В то же время в рекомендуемых международных методах испытаний (IES-RP-CC003.2/recommended practice) приводится сравнительный метод испытаний, так называемый Body-Box-Test (Боди – Бокс), в основе которого лежит подход к проведению тестирования, ориентированный на практику. Ниже приводится краткое описание данного метода испытаний:

- В испытательной камере с перфорированным полом находится только испытуемый в испытываемой одежде для чистых помещений.
- Испытуемый проводит за заданный период времени предписанные движения.
- Из отработанного воздуха (под перфорированным полом) берутся пробы, которые подаются на устройство подсчета частиц.

### Метод испытаний на испытательном стенде

Необходимо подсчитать количество частиц, отделяемых от испытуемого. Но именно это и является «слабым местом» метода, поскольку невозможно определить точное место нахождения устройства подсчета частиц. Нет также и мнения о том, «как гарантировать, что статистически достоверное количество частиц будет зарегистрировано именно на выбранном месте отбора пробы?». Весьма вероятно, что при неопределенных условиях потоков отработанного воздуха результаты измерения будут разными, в зависимости от положения устройства подсчета частиц. Очень вероятно, что мы не сможем добиться воспроизводимости результатов, и поэтому не будем иметь возможности провести сравнение различных систем одежды для чистых помещений (даже одним и тем же испытуемым и при одинаковом ходе испытаний).

Если же устранить это слабое место, то данный метод испытаний может позволить провести исследования, имеющие важное значение для конечного потребителя. При заданной воспроизводимости можно сравнивать определенные элементы одежды, а также различные ткани, используемые для изготовления одежды для чистых помещений, различные детали этой одежды и т.д. Возможны достоверные сравнения одноразовой и многоразовой одежды, а также сравнение последствий «эффекта мехов» для воздухопроницаемых и воздухо непроницаемых материалов.

Вот почему два предприятия, CCI-von Kahlden GmbH и Dastex Reinraumzubehor GmbH & Co. KG, занялись совместным усовершенствованием вышеописанного метода испытания и на территории пред-

приятия Dastex Reinraumzubehor оборудовали соответствующий испытательный стенд (рис. 1 и 2), который имеет основные черты:

- Равномерная скорость обтекания человека, находящегося в испытательной камере.
- Возможность создания переменной скорости обтекания до 0,5 м/сек на одинаковой площади, +/- 5%.
- Форма элементов воздуховода и их поверхностей сконструирована так, чтобы не создавалось участков с застоем воды, и чтобы воздухопроводы можно было мыть в любое время.
- Конструкция воздухопроводов обеспечивает неискаженный и представительный отбор пробы (рис. 3).
- Дополнительные места отбора проб в боксе для измерения количества частиц позволяют провести замеры в непосредственном окружении испытуемого, например, на высоте рабочего места.
- Созданы соответствующие возможности для проведения измерения и регистрации температуры, влажности и скорости потока воздуха в испытательной камере.

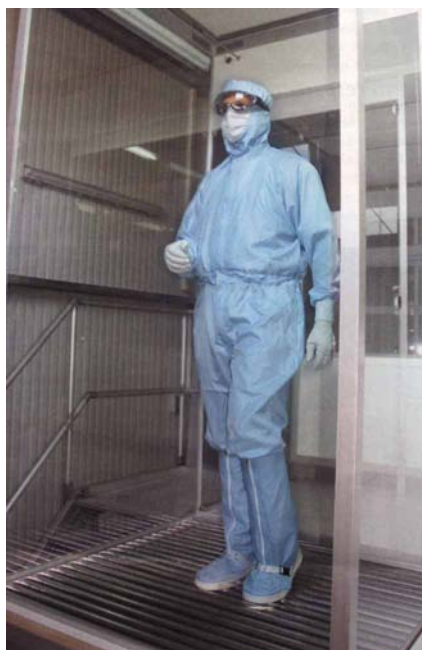


Рис. 1: Имитация движений оператора в испытательном помещении

### Возможности установки

Цель пользователя (Dastex) – продолжить исследования, более подробно изучить «эффект мехов» и оптимизировать существующую систему одежды для чистой зоны (по возможности), проводя испытания в различных местах помещения. Эти исследования направлены на то, чтобы повысить комфортность ношения одежды, не изменяя технических свойств ткани, например, параметра отделения частиц.



Рис. 2: Испытательное помещение в «состоянии покоя»

Одновременно этот стенд используется конечными пользователями для собственных исследований. Многие предприятия, являющиеся пользователями чистых помещений, проявляют интерес к испытанию различных характеристик одежды, например, сравнению существующих или предлагаемых типов одежды с новыми или оптимизированными вариантами или проверке эффективности определенных компонентов одежды.

В отличие от «классических испытаний» отдельных параметров ткани, это испытание (при условии воспроизводимости) имеет практическое значение, т.к. в чистом помещении действительно регистрируются частицы, отделяющиеся от



Рис. 3: Точки отбора пробы отработанного воздуха

одежды и от человека (как единого целого). Возможному возражению о том, что частицы, обнаруженные в отработанном воздухе, могут не представлять интереса для пользователя, можно противопоставить следующее:

- Выбранную для данного испытательного стенда конструкцию пола, конечно, нельзя сравнить с типичным перфорированным полом; воздуховод здесь значительно «проще» из-за крупных отверстий в полу. Это значит, что конструкция пола позволяет воздуху выходить почти беспрепятственно, в результате чего все частицы попадают в диапазон измерения.
- Благодаря воздуховоду, можно учесть почти все частицы, которые подобным образом могут отделяться от одежды в реальных помещениях, лишь направ-

ление их движения и места их скопления могут быть более разнообразными, чем в испытательной камере.

- У многих пользователей в помещениях гладкие, сплошные полы, и отделяемые частицы, оседая на пол, не собираются там, но и не уносятся полностью с отработанным воздухом. Движения персонала, а также турбулентные потоки воздуха, преобладающие в зоне пола чистого помещения, способствуют тому, что эти частицы снова могут переноситься в зоны более высоких классов чистоты, например, на рабочие места, оборудование и т.д.

Благодаря тому, что в испытательном помещении можно разместить индивидуальные точки отбора проб, пользователь может провести замеры на

высоте рабочего места (перед испытуемым). В идеале эти измерения на высоте рабочего места и одновременные измерения содержания частиц в отработанном воздухе должны иметь определенную взаимосвязь, чтобы можно было сделать выводы на основании замеров отработанного воздуха.

Первые конкретные результаты измерения появятся уже в этом году, тем более, что уже многие конечные пользователи проявили интерес к испытанию одежды для чистых помещений в этой испытательной камере. Благодаря введению этой испытательной камеры, стало возможным предоставлять заинтересованным лицам данные об эффективности уже используемой или новой рабочей одежды, основанные на результатах практических испытаний.

**ПРОСТО И БЫСТРО:**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЧАСТИЦ В ОЧИЩЕННОЙ ОДЕЖДЕ ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Габриэль Шмеер-Лие, Томас Штегмайер, Генрих Планк, ITV Denkendorf*  
Статья печатается с разрешения редакции журнала *ReinRaum Technik* (Marz, 2005)  
Перевод Курочкиной Г.И., научное редактирование Власенко В.И.

*Одежда для чистых помещений используется в первую очередь для защиты продукта, производимого в чистом помещении, от повреждения частицами и волокнами, выделяемыми человеком. Таким образом, основная задача одежды для чистых помещений – барьерная функция, причем сама одежда не должна быть источником выделения частиц.*

Обеспечение функции многоразовой одежды для чистых помещений означает чистку одежды с помощью специальных методов стирки/обеззараживания после каждого цикла носки. Задача стирки и обеззараживания – максимальная степень удаления частиц, находящихся на ткани и в ткани одежды. Но на практике оказывается, что и после выполненной по всем правилам чистки любая ткань одежды для чистых помещений содержит определенное остаточное количество частиц. С точки зрения контроля качества процесса очистки или как доказательство успешно выполненной работы для заказчика специалистам, работающим в сфере очистки одежды, важно знать и непрерывно контролировать уровень остаточного содержания

частиц. Кроме этого следует помнить, что многоразовая одежда для чистых помещений подвергается постоянному процессу старения, который начинается уже во время первой стирки и влияет на свойства одежды – в том числе и на степень обеззараживания и на уровень остаточного содержания частиц. Ниже описывается метод просасывания/подсчета, разработанный институтом ITV Denkendorf на основе способа ASTM F51-00 [1]. Метод и испытательный стол были в дальнейшем доработаны в сотрудничестве с фирмой CCI. Таким образом, теперь они могут применяться и в промышленных условиях и использоваться как новый инструмент контроля качества после обеззараживания одежды для чистых помещений.

## Определение остаточного содержания частиц после обеззараживания

В литературе описаны различные методы определения остаточного содержания частиц в одежде чистых помещений. Во всех методах прослеживается одна стратегия: по возможности полностью высвободить частицы, содержащиеся на ткани и в ткани, и направить их на устройство подсчета или в коллектор [2].

Высвобождение частиц может производиться с помощью разных механизмов:

- механический (выбивание, чистка скребком, пропускание через центрифугу, обжимание/скручивание)
- аэродинамический (просасывание, отсасывание)