

## МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Санкт-Петербург, СПбГТУ

В последнее время встала задача конструирования, строительства, эксплуатации и обследования помещений, в которых счетная концентрация частиц в объеме поддерживается на некотором, постоянном, наперед заданном уровне. В помещениях такого типа остро нуждаются такие отрасли промышленности, как микроэлектроника (производство микросхем), оптика (лазеры), медицина (оборудование клиник и больниц), фармацевтическая промышленность (производство различного вида лекарств), космическая промышленность. Особенно высокие требования к чистоте помещения предлагаются в фармацевтической промышленности и микроэлектронике. Наибольшую опасность для здоровья человека и качества продукта представляют частицы мелких фракций с диаметрами до 1 мкм. Задача обеспечения качества воздуха внутри чистых помещений является актуальной. Такая задача может быть решена путем подробного обследования параметров воздуха и подбора фильтроэлементов на основе полученных результатов.

Постановка проблемы. Методики обследования помещений на предмет установления соответствия их классу чистоты основаны на ГОСТ 50766 – 95. Определяя в основном порядок обследования ГОСТ не отвечает на все вопросы проведения обследования с использованием современной аппаратуры. Так же существует проблема подбора надлежащего фильтровального оборудования (конструкция и класс очистки фильтра) для обеспечения класса чистоты, установленного для данного производства. Описанные в литературе исследования в большей степени относятся к фильтрующим материалам, отсутствуют подробные методики подбора фильтров по результатам обследования с учетом ограничений по гидравлическому сопротивлению.

Целями работы являлись: разработка методики обследования чистых помещений, исследование зависимости гидравлического сопротивления фильтрующего материала от скорости воздушного потока, выработка рекомендаций по применению фильтроматериалов.

Содержание работы. Разработана методика обследования чистых помещений и исследования зависимости класса чистоты воздуха в зависимости от материала фильтра. Предложено присваивать класс помещений не только по осредненной концентрации частиц по всему помещению, но и по концентрации частиц в каждой его точке, что бы избежать местных флуктуаций концентрации по объему. В предложенной методике при обработке результатов измерений запыленности:

- сравнивается среднее значение плюс СКО по всему обследуемому помещению;
- сравнивается значение для каждой исследуемой точки;
- выбирается максимальное, и по нему присваивается класс чистоты данного помещения.

Данное улучшение позволяет более четко и точно определять класс чистоты, а так же позволяет избежать местных «размывов» - отдельных точек, счетная концентрация в которых намного превышает средний (по помещению) уровень концентрации пылевидных частиц.

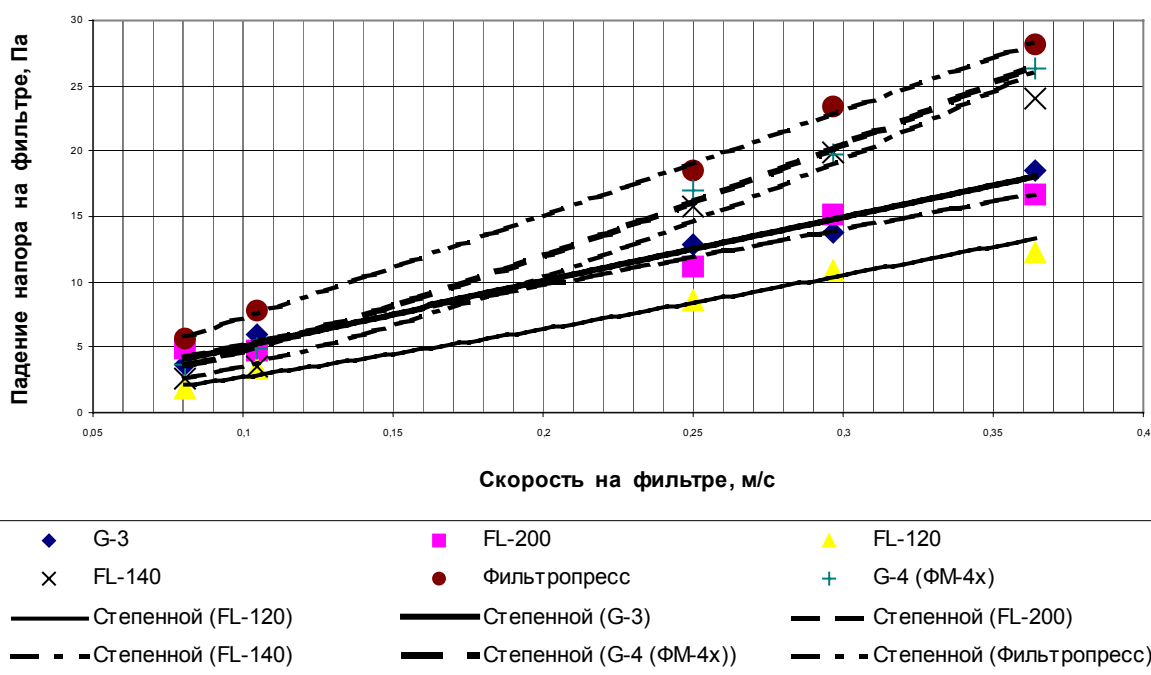
При практическом опробовании методики использовался шестиканальный лазерный счетчик частиц NHPS-6 компании Art Instruments (США). Измерялась счетная концентрация частиц с диаметрами 0,3 – 5 мкм. Данные по размерам и количеству частиц в воздухе различных сред сведены в таблицу:

Район	Медианный диаметр частиц мкм	Концентрация пыли мг/м <sup>3</sup>	Размеры частиц мкм
Сельская местность	0,8 – 2	0,05 - 0,15	0,05 - 5
Жилые районы крупных городов	7	0,1 - 0,5	0,1 - 60
Промышленные районы городов	20	0,5 - 1,0	0,1 - 100
Территории с большим количеством выбросов	60	>3	0,1 - 1000

Экспериментально исследовалось гидравлическое сопротивление различных материалов фильтра, в зависимости от скорости воздушного потока (рис. 1). Измерения проводились при пяти значениях скорости: 0,081, 0,105, 0,25, 0,297, 0,364 м/с. Установлено, что число Рейнольдса, рассчитанное по диаметру трубы составляет примерно  $10^4$ , а число Рейнольдса по диаметру волокна -  $10^1$ . Следовательно, при общем турбулентном режиме течения воздуха до и после фильтра, характер обтекания волокон фильтрующего материала – ламинарный, и, следовательно, гидравлическое сопротивление фильтрующего материала описывается законами ламинарного движения потока.

Изучалось также различных партий одного материала С1.300.200, с целью установления однородности характеристик материала (рис. 2). Для различных гидравлическое сопротивление изменяется пределах  $\pm 7\%$  от среднего значения.

**Зависимость аэродинамического сопротивления некоторых материалов от скорости воздушного потока на них**



Для этих же материалов изучалась эффективность улавливания пылевидных частиц для различных материалов. Материалы с большим гидравлического сопротивления имеют эффективность улавливания пылевидных частиц. При увеличении гидравлического сопротивления с 12,5 Па (материал класса G-3 при скорости 0,25 м/с) до 27 Па (материал класса F-5 при той же скорости) эффективность улавливания частиц с размерами 0,5, 1 и 2 мкм составляет:

- для частиц с диаметрами 0,5 мкм – от 5 до 25 %
- для частиц с диаметрами 1 мкм – от 12 до 51 %
- для частиц с диаметрами 2 мкм – от 45 до 90 %.

Достоверность результатов работы. Скорость измерялась с помощью сопла Вентури, падение давления на фильтроматериале – спиртовыми микроманометрами. Падение давления на фильтре более чем сто раз превышало падение давления в проточном тракте экспериментальной установки, поэтому гидравлическое сопротивление проточного тракта не учитывалось. Данные экспериментов проведены с использованием проверенных и утвердившихся в практике исследования методов измерения гидравлического сопротивления. Все полученные результаты хорошо накладываются на результаты других, ранее проведенных, измерений. Относительная погрешность измерений не превышает 10%.

Достоверность данных экспериментов также подтверждена проверкой выполненных разработок на этапе их практического внедрения.

Основные практические результаты работы заключаются в следующем: разработана корректировка методики обследования чистых помещений, установлена зависимость гидравлического сопротивления фильтрующих материалов от скорости воздушного потока. Было предложено использования материалов типа: FL-140, FL-120, FL-160, С1.300.160 – для фильтров третьего класса; материалов типа: F-200, V-300S, С1.300.200 – для фильтров пятого класса.

По результатам проделанной работы были сделаны доклады на XXII ММНТК «Гидроэнергетика в XXI веке», и на политехническом симпозиуме «Молодые ученые – промышленности Северо-западного региона».

### **Публикации по работе:**

1. Зайцев Н. О., Оспищев С. Н. Методика обследования чистых помещений: Материалы конференции "Молодые ученые - промышленности Северо-Западного региона". - СПб.: СПбГТУ, 2001. - С. 42.
2. Зайцев Н. О., Оспищев С. Н. Расчет эффективности фильтров и измерение падения напора на материале фильтра: Материалы конференции "Технические науки – промышленности региона". - СПб.: СПбГТУ, 2001. - С. 31.