

УДК 628.511.4

РУКАВНЫЙ ФИЛЬТР С РУЧНЫМ ВСТРЯХИВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ДРЕВЕСНОЙ ПЫЛИ

Гречишкин А.В., Квашнин Л.И.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, e-mail: vent-eco@yandex.ru

На данный момент в Пензенской области получило значительное распространение производство мебели. В процессе обработки древесины в воздух выделяется значительное количество пыли. Для нормальной работы предприятия требуется, чтобы количество древесной пыли в воздухе цеха не превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК). Эту задачу выполняет система аспирации. Удаляемый воздух проходит через циклон, очищающий его от большей части пыли. Затем воздух выбрасывают в атмосферу. Взамен удаляемого воздуха в цех требуется подавать чистый воздух с помощью системы приточной вентиляции. В зимнее время его нужно нагревать, что приводит к значительным затратам теплоты. С целью экономии теплоты мы использовали систему рециркуляции воздуха. Так как циклон не способен обеспечить требуемую очистку воздуха, мы установили в качестве второй ступени очистки фильтр собственной конструкции.

Ключевые слова: деревообработка, аспирация, рукавный фильтр, циклон, очистка воздуха от пыли

BAG FILTER HAND SHAKING AS THE SECOND STAGE OF PURIFICATION OF AIR FROM WOOD DUST

Grechishkin A.V., Kvashnin L.I.

Penza State University of Architecture and Construction, e-mail: vent-eco@yandex.ru

At this point in the Penza region has gained significant production of furniture. During the processing of wood is released into the air a considerable amount of dust. For normal operation of the company required that the amount of wood dust in the air plant does not exceed the MPC. This task is performed aspiration system. Exhaust air passes through a cyclone, cleaning it from most of the dust. The air is then discharged into the atmosphere. Instead, the exhaust air to the workshop is required to submit clean air through a system of ventilation. In winter it is required to heat, which leads to significant costs of heat. In order to conserve heat, we have used the system for recirculation. Since the cyclone can not provide the required cleaning air, we have established as a second stage purification filter own design.

Keywords: woodworking, aspiration, bag filter, cyclone, air cleaning from dust.

В настоящее время в Пензенской и других областях получило значительное развитие мебельное и деревообрабатывающее производство. Для маленьких мастерских проблема сохранения теплоты и улавливания образующейся пыли успешно решена с помощью малогабаритных мобильных пылеуловителей, устанавливаемых непосредственно у станков. Они состоят из встроенного пылевого вентилятора, одного или двух, реже четырех фильтровальных рукавов и контейнера для сбора отходов. Для средних и больших цехов они малоприменимы из-за ручного труда по сбору, вывозу и складированию значительного количества отходов. Для таких цехов разработаны и применяются как импортные, так и отечественные высокоэффективные рукавные фильтры. Регенерация фильтровального материала в них производится путем импульсной продувки сжатым воздухом. Основным недостатком таких фильтров – высокая цена, составляющая примерно от полутора миллионов рублей на 10000 м³/час очищаемого воздуха. Это может составлять до 40% стоимости основного оборудования. Их могут позволить себе предприятия, имеющие большую

прибыль. У большинства предпринимателей денежных средств хватает только на покупку в кредит основного деревообрабатывающего оборудования. Многие производители используют для систем аспирации циклоны, бывшие в употреблении еще на советских предприятиях. Марка и производительность циклона часто не соответствуют требуемым для оборудования производительности по воздуху. Поэтому имеются значительное загрязнение атмосферы и перерасход тепловой энергии. В производственных цехах должен соблюдаться воздушный баланс: сколько воздуха удалили системой аспирации, столько же должно подаваться приточной системой. В холодный период года приточный воздух надо нагревать. Например, в городе Пензе для нагрева $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ требуется теплоты:

$$Q=0,278 \times c \times L \times \rho \times (t_{\text{п}}-t_{\text{н}})=0,278 \times 1,005 \times 1000 \times 1,2 \times (15-(-4,2)) = 6437 \text{ Вт}$$

Где $t_{\text{н}}$ — средняя температура за период.

Для системы производительностью $10\ 000 \text{ м}^3/\text{час}$ при двухсменном режиме работы и пятидневной рабочей неделе требуемое количество теплоты составит:

$$Q_{\text{м}} = 6437 \times 10 \times 16 \times 22 = 22\ 658 \text{ кВт.}$$

Для решения этих проблем предлагается использовать в качестве второй ступени очистки рукавный фильтр с ручным встряхиванием. Он устанавливается либо непосредственно в производственном помещении, либо в специальной фильтровентиляционной камере, соединенной с основным помещением для соблюдения мер противопожарной безопасности. Главным преимуществом такого фильтра является низкая цена – до 200 000 рублей на $10\ 000 \text{ м}^3/\text{час}$ очищаемого воздуха. Эффективность фильтра определяется качеством используемой фильтровальной ткани. Например, ткань ФЛ-4, выпускаемая ткацкой Золотаревской фабрикой, имеет степень очистки 99,5% от частиц размером более 5 мкм. Предлагается фильтр следующей конструкции: рукавный фильтр ПУС-15000 для очистки воздуха от древесной пыли (опилок) производительностью $15\ 000 \text{ м}^3/\text{час}$, используемый в качестве второй ступени очистки после циклона УЦ-1800. Фильтр имеет габариты В x L x Н = 1,0 x 3,77 x 3,4 м. Включает 60 рукавов диаметром 200 мм, длиной 2,1 м из отечественной фильтровальной ткани ФЛ-4. Ткань обеспечивает очистку не менее 99% от пыли диаметром частиц 5 мкм и более. Для сбора уловленной пыли предусмотрено 5 металлических контейнеров с быстросъемными хомутами. Встряхивание накопившейся пыли на внутренней поверхности рукавов производится вручную с помощью специальной рамы 1 раз в смену. Периодически, примерно 1 раз в месяц, следует обдывать рукава снаружи сжатым воздухом. Фильтр поставляется в разобранном виде.

Подача воздуха осуществляется по схеме «сверху вниз». Наиболее крупные частицы сразу же попадают в контейнеры для сбора отходов, не прилипая к внутренней поверхности

рукавов. Это способствует более эффективной работе фильтра и снижает пылевую нагрузку на фильтровальную ткань.

Такой фильтр был внедрен в производство НПП «Вент-Эко» на мебельной фабрике «Мир мебели» в городе Кузнецке. У них на одном из участков установлена система аспирации, включающая циклон. Однако циклон, бывший в употреблении еще в советские времена, первоначально был установлен на обувной фабрике, т. е. он не предназначен для нашего вида пыли. Несмотря на то что ежедневно его бункер заполняется полностью и вывозится тракторной тележкой, его эффективность недостаточна, и часть пыли попадает в атмосферу. По замерам экологической лаборатории ЦЛАТИ выброс в атмосферу составляет 20 г/с. Рассчитаем максимальную концентрацию в приземном слое по ОНД-86:

$$C_m = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

где А – безразмерный коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для г. Кузнецка А = 180);

М – максимальный разовый выброс вредного вещества, г/с (20г/с);

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (3);

m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса(0,208; 1,526);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности(1);

H – высота источника выброса над уровнем земли, м (8,8 м);

V₁ – расход газовой смеси, м³/с.

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0$$

D – диаметр устья источника выброса, м (0,63 м);

ω₀ – скорость выхода смеси из устья источника выброса (11 м/с);

ΔT – разность температуры выбрасываемой смеси и окружающего воздуха(3,4 °C)

$$V_1 = \frac{3,14 * 0,63^2}{4} * 11 = 3,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$C_m = \frac{180 * 20 * 3 * 0,208 * 1,526 * 1}{8,8^2 \sqrt[3]{3,4 * 3,4}} = 13 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Предельно допустимая концентрация древесной пыли в атмосферном воздухе равна 0,5 мг/м³. Полученная величина C_m в 26 раз превышает ПДК. Этот факт вызывал жалобы в Роспотребнадзор жителей пятиэтажного жилого дома, находящегося на расстоянии 61 м от циклона. К тому же жилой дом попадает в санитарно-защитную зону предприятия.

Роспотребнадзором было выдано предписание по снижению выбросов или ликвидации источника загрязнения атмосферы.

На предприятии уже был циклон, однако работал неэффективно. Проблема в том, что жилой район находится к предприятию ближе, чем надо. Когда ветер дует в его сторону, на дома выпадала пыль. Жильцы потребовали это дело прекратить.

Мы рассмотрели возможные варианты решения данной проблемы и решили установить рукавный фильтр.



Рис. 1. Пылеуловитель ПУС-15000, вид сбоку



Рис. 2. Пылеуловитель ПУС-15000, вид с торца

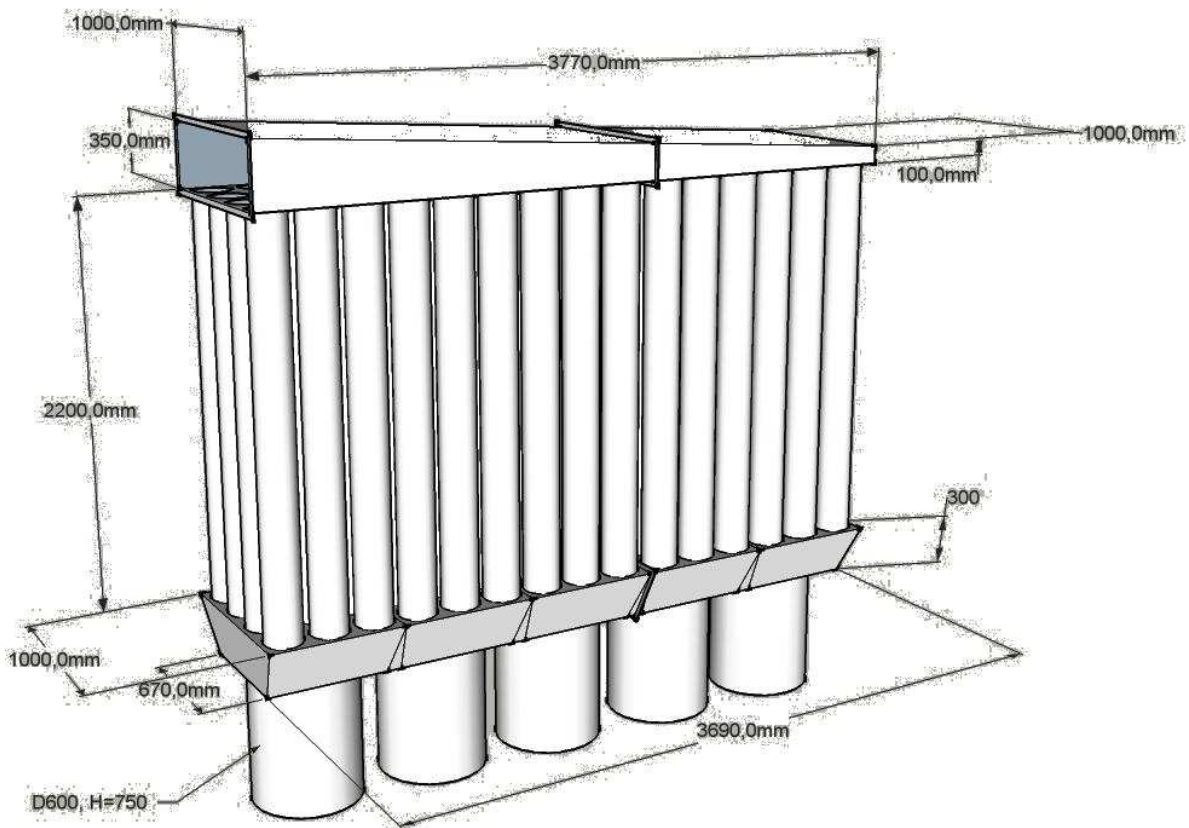


Рис. 3. Пылеуловитель ПУС-15000, схема

Список литературы

1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987
2. ГН 2.1.6.1339-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / Минздрав России. М., 2003
3. Квашнин И.М., Хохлов Д.В. Очистка воздуха на предприятиях деревообрабатывающей промышленности. Малогабаритные пылеуловители (промышленные фильтры) для аспирации древесной и других видов пыли. – Журнал АВОК. 2005. № 8.
4. Квашнин И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. – М.: АВОК-ПРЕСС. 2005. – 392 с.
5. Квашнин И.М. Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу. Рассеивание и установление нормативов. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. – 200 с.

Рецензенты:

Аверкин А.Г., д.т.н., профессор кафедры «Теплоснабжение и вентиляция» ПГУАС, г. Пенза;
Береговой А. М., д.т.н., профессор кафедры «Городское строительство и архитектура» ПГУАС, г. Пенза.