

Проблемы безопасности и экологии в деревообработке

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ФИЛЬТР АСПИРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

THE FILTER ASPIRATION OF SYSTEMS WOODWORKING SHOPS

При станочной обработке древесины, а также при ее измельчении с получением мелких частиц (щепы, стружки, муки и др.) неизбежно образуется пыль. Пылевые частицы имеют большую суммарную поверхность, вследствие чего их химическая и биологическая активность очень высока. Древесная пыль в аэрозольном состоянии и при определенной концентрации произвольно взрывается. Пыль препятствует нормальному выполнению технологических операций, например отделке изделий лакокрасочными материалами. Наконец, пыль затрудняет дыхание рабочих цеха, вредит их здоровью. Для удаления пыли и создания нормативных санитарно-гигиенических условий труда деревообрабатывающий цех снабжается аспирационной системой с пылеуловителем.

Частицы промышленной пыли имеют различные форму и размеры. Пылевые частицы различной формы при одной и той же массе оседают с разной скоростью. Чем ближе их форма к сферической, тем быстрее они оседают.

В настоящее время в деревообработке применяется несколько типов пылеулавливающих аппаратов, в которых использованы следующие основные принципы осаждения:

- естественные силы тяжести и диффузии;
- эффект зацепления;
- инерционные силы, проявляющиеся при изменении направления и скорости пылегазового потока;
- силы электрического притяжения предварительно заряженных частиц статическим электричеством.

Для фильтрации больших объемов запыленного воздуха используют рукавные тканевые фильтры.

Рукавный фильтр состоит из корпуса, пола с цилиндрическими втулками, на которых закреплены нижние концы рукавов, решетчатого потолка с глухими стаканами, на которых закреплены верхние концы рукавов, вибратора на потолке и цепей, поддерживающих потолок. Фильтр смонтирован на бункере для временного хранения древесных частиц.

Воздушный поток древесных частиц поступает в бункер. Скорость воздуха в бункере падает, и крупные частицы оседают в нем, а запыленный воздух поднимается в рукава фильтра и фильтруется в них. На внутренней стенке рукавов образуется слой пыли, который увеличивает гидравлическое сопротивление фильтра. При наступлении конечного гидравлического сопротивления фильтрующий элемент подлежит замене или регенерации.

Процесс очистки пылевоздушного потока зависит от типа фильтровальной ткани и вида пыли. Гладкие и неворсистые ткани сравнительно легко пропускают запыленный воздух. В порах таких тканей задерживаются только крупные частицы пыли. Фильтр начинает хорошо задерживать мелкую пыль только после накопления на поверхности фильтрующих элементов слоя пыли. Для ворсистых, шерстяных тканей с мелкими порами влияние начального слоя пыли менее заметно. Ворсистые ткани целесообразно применять при улавливании зернистой гладкой пыли, а для улавливания волокнистой пыли лучше использовать гладкие ткани.

Фильтрация тонкой пыли (частицы менее 1 - 2 мкм) возможна лишь на поверхности запыленного фильтра, на ранее осажденной пыли.

Фильтровальные ткани, используемые в фильтрах, должны отличаться высокой пылеемкостью, воздухопроницаемостью, механической прочностью, стойкостью к истиранию, антистатическими свойствами, стабильностью свойств при повышенной температуре и агрессивном воздействии химических примесей, а также минимальным влагопоглощением и способностью к легкому удалению накопленной пыли.

Не все фильтровальные ткани удовлетворяют перечисленным требованиям, поэтому каждую ткань используют для определенных, наиболее благоприятных для нее условий.

В фильтрах, используемых для улавливания древесных частиц, наиболее часто используют следующие фильтровальные ткани: “Ланит К”, “Смог” (старое название “Ланит 500”) плотностью $460 \pm 23 \text{ г/м}^2$, “Искра”, “Искра 2”. Это иглопробивной лавсановый материал (арт. 86033 и 86051). Ткань “Искра” – антистатический материал, имеющий металлические вкрапления для снятия статического электричества. Рукава из этой ткани используют для фильтрования пылевоздушной смеси, содержащей пыль, образующуюся при шлифовании древесины или лаковых покрытий. Материал “Искра 2” – каркасный, более долговечный. Каркасная основа повышает прочность ткани и сохраняет размеры изделия в течение всего срока службы. Физические параметры фильтровальных тканей, такие как плотность, толщина, объем пор варьируются в широких пределах, что позволяет эффективно фильтровать газопылевые смеси с различными характеристиками. Швы рукавных фильтров могут быть как тройными сшивными, так и термосварными. В зависимости от конструкции фильтра, рукавный фильтр снабжается металлическими кольцами, усилениями, доньшком и прочими элементами.

Рукава могут работать в сети под разрежением или напором. Рукава напорных фильтров представляют собой сшитые цилиндры (как правило, из лавсана), усиленные по длине антиколлапсными кольцами, вшитыми в материал. Рукава же фильтров, рабо-



Рисунок 1– Тканевые рукава

ботающих под разрежением, представляют собой сшитые цилиндры из плотного материала (например, нетканые иглопробивные полотна), имеющие доньшко и горловину различной конструкции, в зависимости от крепления каркаса, на который они надеваются. Фильтровальные рукава имеют диаметр 120...300 мм и длину 2...9 м (рисунок 1).

Расчет фильтра сводится к определению поверхности фильтрования рукавов, количества ру-

кавов и сопротивления фильтра по заданной производительности аспирационной системы цеха.

Площадь поверхности фильтровальных рукавов S , m^2 , находится по производительности аспирационной системы цеха:

$$S = \frac{Q}{q},$$

где Q – объем очищаемого воздуха, m^3 ;

q – удельная воздушная нагрузка фильтра, $m^3/(m^2 \cdot ч)$, которая показывает, какой объем воздуха ($m^3/ч$), допускается пропускать через $1 m^2$ фильтрующей поверхности для обеспечения ее паспортной степени очистки.

Обследование пылеулавливающих аппаратов, выпускаемых ЗАО “КОНСАР” позволило установить пределы изменения значений газовой нагрузки фильтров (Таблица 1). Средняя удельная газовая нагрузка находилась так:

$$q_{cp} = \frac{\sum Q_i}{\sum F_i}.$$

Таблица 1 – Значения газовой нагрузки фильтров, предназначенных для очистки воздуха от сухих сыпучих материалов (стружек, опилок, пыли с насыпной плотностью до $600 \text{ кг}/m^3$)

Тип аппарата	Производительность, Q , тыс. $m^3/ч$	Площадь фильтрации, F , m^2	Уд. газ. нагрузка, $m^3/(m^2 \cdot ч)$:	
			Диапазон q	Среднее q_{cp}
УВП-СЦ	32-105	282-956	113,5-109,8	109,7
УВП-СТ				
для опилок	16-137	149,3-1254	107,2-109,3	109,0
для пыли	10-84	149,3-1254	67	67
УВП-ПР				
для опилок	3,75-16,7	23,2-106	161-157,5	158,9
для пыли	3-14	23,2-106	129,3-132	131,6

В аппарате УВП-ПР использована фильтровальная ткань “Ланит К” (арт. 86033).

Фильтровальные ткани имеют сложную пористую структуру, состоящую из соединенных между собой пор и сложной сети каналов (капилляров) различной формы и размеров. Установить для всех фильтровальных материалов закономерность движения воздушного потока пока не удастся. В связи с этим гидравлические характеристики фильтровального материала определяются экспериментальным путем. Испытания показывают, что в тканевых фильтрах расход воздуха с постоянной вязкостью прямо пропорционален перепаду давления и площади фильтрующего элемента.

Пропускная способность q единицы поверхности фильтра и соответственно расход Q фильтра могут быть выражены зависимостями, вытекающими из закона Пуазейля:

$$q = k \frac{\Delta p}{\mu},$$

$$Q = qS = k \frac{\Delta p S}{\mu},$$

где Δp – перепад давления на фильтре, Па;

μ – коэффициент динамической вязкости запыленного воздуха, $\mu = 1,84 \cdot 10^{-6}$ кг/(м·с) = 0,006624 кг/(м·ч);

$$k = \frac{q\mu}{\Delta p} \text{ – коэффициент пропорциональности в м}^3/\text{м}^2, \text{ представляющий собой}$$

удельную пропускную способность единицы площади поверхности фильтровального материала при перепаде давления 1 Па и вязкости жидкости 1 кг/(м·ч).

Отсюда найдем потерю давления в рукавном фильтре

$$\Delta p = \frac{\mu}{k} q.$$

Известно, что коэффициент k для поверхностных фильтров практически сохраняет постоянное значение в широком диапазоне расхода воздуха и перепада давления. Обозначим выражение $\mu/k = K$ и назовем его приведенным коэффициентом. Тогда формула для определения потери давления в рукавном фильтре примет вид

$$\Delta p = Kq.$$

Потеря давления в рукавном фильтре должна находиться в диапазоне 700...1500 Па.

Приведенный коэффициент представляет собой гидравлическое сопротивление 1 м² поверхности тканевого рукава при подаче в него воздуха с производительностью 1 м³/ч. Гидравлическое сопротивление зависит от типа фильтровальной ткани и ее воздухопроницаемости q , м³·ч/м².

Приняв потерю давления в фильтре $\Delta p = 1000$ Па для аппаратов, выпускаемых ОАО “Консар” получено, что в установках стационарных цеховых серии УВП-СЦ при использовании рукавов из ткани “Смог” величина приведенного коэффициента зависит от производительности установки по воздуху и может быть определена по формуле

$$K = 7 + 0,000027Q.$$

В установках серии УВП-СТ, предназначенных для фильтрации древесных опилок значение $K = 9,2$ Па·ч/м. Если установка УВП-СТ предназначена для сбора древесной пыли, то $K = 14,93$ Па·ч/м.

В установках серии УВП-ПР при сборе древесных опилок $K = 6,18$ Па·ч/м, а при сборе древесной пыли – $K = 7,73$ Па·ч/м.

В фильтрах серии БФ $K = 11,2$ Па·ч/м.

Надежность фильтра. Тканевые рукава – это наиболее изнашиваемые элементы фильтра, периодически требующие их замены. Заводы изготовители пылеулавливающих аппаратов гарантируют степень очистки воздуха 99,9%. Для фильтра поработавшего некоторое время, степень очистки воздуха будет ниже. Однако деревообрабатывающие предприятия не оснащены диагностическим оборудованием для контроля степени очистки воздуха. Проверять следует удельную газовую нагрузку рукавов и запыленность очищенного воздуха как для новых рукавов, так и для находящиеся в эксплуатации.

Ткань фильтра в процессе работы изнашивается: истирается проникающим воздухом, истирается прилипшими древесными частицами, прокалывается иглообразными стружками, истирается налипшей “шубой” при регенерации фильтра встряхиванием или продувом, изнашивается при изменении влажности древесных частиц и температуры воздуха. По мере износа ткани фильтра сопротивление ее проникновению воздуха уменьшается, и ткань пропускает большее количество пыли.

Для определения состояния каждого тканевого рукава фильтра необходимы средства диагностики. В настоящее время состояние рукавов определяют визуально, когда рабочий в неудобных условиях пытается увидеть, какой из 200 рукавов пылит. Нормальное обследование состояния каждого рукава фильтра и их ремонт или замена возможны только в специализированных мастерских.

На рисунке 2 показан общий вид предлагаемого испытательного стенда. Стенд состоит из герметичной емкости 1 с выпускным клапаном 3 и воздухопроводом 11, соединенным с U-образным жидкостным манометром 12. Стенд снабжен ресивером 4 для сжатого воздуха, манометром 5, электромагнитным клапаном 7, соединенным с электросекундомером 6 и гибким шлангом 8 с резиновым наконечником на конце, а также набором резиновых пробок 9. В емкость 1 стенда может быть помещен на уплотнении 10 блок рукавов 2.

Стенд работает следующим образом. С блока, подлежащего испытанию, снимаются боковые стенки. Затем блок переворачивают вверх основанием и опускают в емкость 1 на прокладки 10, обеспечивающие герметизацию емкости. Клапан 3 закрывают, все входы в рукава закрывают пробками 9. В рукав №1 вставляют конец гибкого шланга 8. В ресивере 4 накапливают сжатый воздух с заданным давлением. Открывают электромагнитный клапан 7, одновременно включается электросекундомер 6. Сжатый воздух поступает в рукав № 1. Через стенки рукава воздух попадает в емкость 1 стенда, давление воздуха в ней возрастает. Через заданный промежуток времени электросекундомер закрывает электромагнитный клапан 7. В этот момент измеряют давление воздуха в емкости 1 манометром 12.

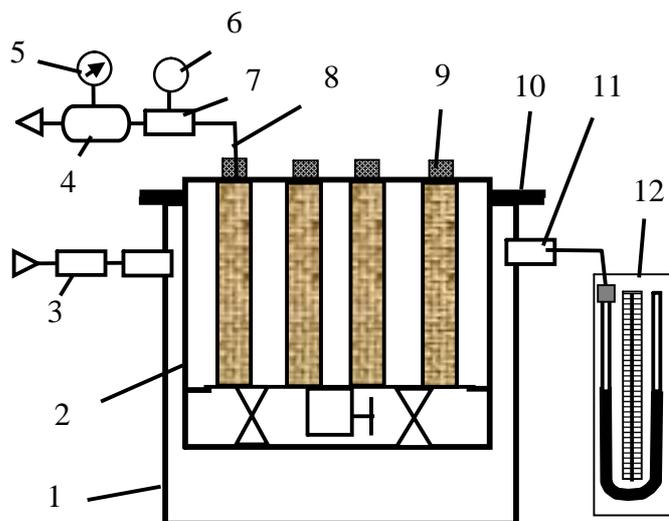


Рисунок 2 – Стенд для испытания фильтра

Если рукав сильно изношен, и его сопротивление небольшое, то к моменту измерения давление в емкости будет большое. Если рукав новый, не имеет дефектов, и его сопротивление большое, то к моменту измерения давление в емкости будет небольшим. Опытным путем следует установить предельное значение измеряемого давления. Если измеряемое давление в емкости ниже предельного, то испытываемый рукав следует считать работоспособным. Если измеряемое давление в емкости выше пре-

дельного, то испытываемый рукав следует считать изношенным, и его следует заменить новым.

Библиографический список

1. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1971. – 672 с.
2. Очистка воздуха от промышленных выбросов. Проектирование, изготовление, монтаж. – г. Саров.: ЗАО Консар. – 98 с.

Старжинский В.Н., Зинин А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

THE MAINTENANCE PROBLEMS OF OCCUPATIONAL SAFETY IN TIMBER INDUSTRY

Обеспечение безопасности человека в его повседневной деятельности, в любых жизненных ситуациях является важнейшей основной частью успешного построения современного цивилизованного, социально ориентированного, экономически стабильного и процветающего общества.

При этом под термином "безопасность" понимается свойство системы "человек - машина - окружающая среда" сохранять при функционировании в заданных условиях такое состояние, при котором с некоторой вероятностью исключается возникновение происшествий [1].

В мире, особенно в последние годы, прослеживается процесс интенсивного проведения опасных процессов. С одной стороны, это опасные природные явления и стихийные бедствия, с другой - техногенные аварии и катастрофы. За последние полвека количество опасных природных катаклизмов возросло примерно в три раза, а ущербы от них - в десятки раз.

Следует заметить, что природные опасные процессы в значительной мере обусловлены деятельностью человека. Происходит деградация окружающей природной среды в результате уменьшения лесного покрова, выбросов в атмосферу, изменения естественных водных режимов, загрязнения водной среды и др.

Актуальность проблемы безопасности жизнедеятельности особенно возрастает на нынешнем этапе развития производительных сил, когда из-за трудно предсказуемых экологических и генетических последствий природных либо техногенных происшествий поставлено под сомнение само существование человека как вида. Проблема обеспечения безопасности деятельности человека становится все более острой; она является диалектическим следствием обострения противоречий между совершенством и сложностью современных средств производства и традиционными способами их использования, между гениальными озарениями человеческой мысли, заложенными в лучшие