

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Восточно-Сибирский государственный технологический
университет»
(ГОУ ВПО ВСГТУ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового и дипломного проектирования
вентиляционных установок предприятий системы
хлебопродуктов для студентов специальностей
260601 «Машины и аппараты пищевых производств»,
110303 «Механизация переработки с/х продукции» и
260201 «Технология хранения и переработки зерна»

Составители:
Урханов Н.А.
Цыдендоржиев Б.Д.
Бужгеев А.С.

Улан-Удэ
Издательство ВСГТУ
2007

Данные методические указания составлены на основе аналогичной работы, разработанной и изданной профессором **Н.А.Урхановым** на кафедре «Машины и аппараты пищевых производств» в 1989 году.

Курсовое и дипломное проектирование по дисциплине «Вентиляционные установки на предприятиях хлебопродуктов» является завершающим этапом курса, предназначено для закрепления теоретических знаний и получения навыков по их применению при решении практических вопросов проектирования вентиляционных установок аспирации оборудования, цехов и предприятий системы хлебопродуктов АПК.

Рассмотрено на заседании кафедры «Пищевая и аграрная инженерия» от 18.05.2007 г.

Рецензент: доцент кафедры «Технология продуктов из растительного сырья», к.т.н. **Бутко В.П.**

Ключевые слова: Проект, расчет, вентиляционные установки, вентилируемое оборудование, пылеотделители, циклон, фильтр, вентилятор, монтажная схема, удельная нагрузка, коэффициент сопротивления

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1	Объем и тематика проекта.....	5
2	Выявление вентилируемого оборудования и расчет воздухообмена.....	8
3	Расчет и подбор пылеотделителей.....	10
4	Предварительный подбор вентилятора и проектирование трассы воздуховодов.....	16
5	Проектирование и расчет вентиляционной сети.....	19
5.1.	Расчет диаметров воздуховодов на боковых участках сети.....	32
5.2.	Расчет вентиляционной сети по методу потерь давлений на единицу длины воздуховода.....	35
6	Окончательный подбор вентилятора и электродвигателя.....	37
7	Подбор электродвигателя для привода вентилятора.....	38
8	Составление монтажной схемы чертежа вентиляционной сети.....	39
9	Специальная часть проекта.....	41
	Список использованной источников.....	42
	Приложения.....	
	Титульный лист пояснительной записки.....	
	Состав обозначения учебного документа.....	

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение производственных процессов на предприятиях системы хлебопродуктов и пищевой промышленности связано с перемещением, механической и тепловой обработкой сыпучих продуктов, которые сопровождаются выделением пыли, влаги и тепла в окружающую среду в цехах и складах. Поэтому важнейшей задачей вентиляционных установок является содержание чистоты воздуха и создание комфортных условий на рабочих местах, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим, пожаро- и взрывобезопасным требованиям ведения работы в цехах. Особенно важно, чтобы была обеспечена высокая эффективность работы вентиляционных установок и созданы условия для повышения производительности труда, эффективности работы оборудования, качества переработки сырья и выпускаемой продукции на предприятиях.

1. ОБЪЕМ И ТЕМАТИКА ПРОЕКТА

Курсовой проект предусматривает проектирование одной вентиляционной установки на мельнице, элеваторе, комбикормовом или крупозаводе, хлебозаводе или макаронной фабрике, хлебоприемном или зерноочистительно-сушильном пункте, а также на их отдельных участках. Вместо вентиляционной установки может быть запроектирована пневмотранспортная установка с аспирацией оборудования или пневмоустановка для выполнения определенной операции, например, для очистки и транспортирования мешкотары.

Порядок выполнения проекта. Студент должен обосновать тему проекта, выявить аспирируемое оборудование цеха, для чего нужно иметь план и разрезы цеха с установленным или устанавливаемым оборудованием, которые могут быть составлены студентом во время прохождения производственной практики на предприятии в соответствии с заданием руководителя или составляются на основании типовых проектов, а также путем эскизирования конкретного цеха (участка) на конкретном предприятии в соответствии с заданием.

Тематика заданий на курсовое проектирование может быть разнообразной и включает, например, следующие темы:

1. Запроектировать вентиляционную установку:

а) в верхней части башни элеватора (отдельно для обеспыливания оборудования, расположенного вдоль каждой норрии, т.е. № 1, 2 и т.д.); головки норрии, ковшевых весов, поворотного патрубка, насыпного лотка и надсепараторных бункеров и т.д.;

б) в надсилосном этаже;

в) на сепараторных этажах;

г) в нижней части башни элеватора с подсилосным

этажом;

д) в приемных устройствах элеватора.

2. Запроектировать в размольном отделении мельницы вентилируемую установку для обеспыливания вальцевых станков.

3. Запроектировать в размольном отделении мельницы вентиляционную установку для обеспыливания рассевов.

4. Запроектировать вентиляционную установку в размольном отделении ситовеечных машин.

5. Запроектировать вентиляционную установку в зерноочистительном отделении мельницы для обеспыливания наждачной обочной машины, дисковых триеров и автоматических весов и т.д.

6. Запроектировать в зерноочистительном отделении мельницы вентиляционную установку для обеспыливания башмаков норрии и т.д.

Аналогичные темы могут быть даны и по другим предприятиям, относящимся к системе хлебопродуктов, например, по хлебозаводу и макаронной фабрике.

План и разрезы цеха или участка предприятия с расстановкой оборудования необходимы для расчета воздухообмена, обоснования выбора типа проектируемой сети и её компоновки, составления расчетной схемы и выполнения расчета оборудования и деталей вентиляционной сети.

Объем курсового проекта включает 16-25 страниц расчетно-пояснительной записки (обоснование и компоновка сети, её расчетная схема, расчеты с необходимыми таблицами и эскизами) и 3-х листов графической части проекта:

Лист I — общий вид вентиляционной установки в масштабе 1:50, вычерченный на планах и разрезах здания цеха на листе формата А1 согласно задания;

Лист 2 - монтажная схема вентиляционной сети (пространственная или плоскостная) в масштабе 1:20 или 1:10 с указанием всех деталей, а спецификацию составляют на листе формата А1 и прилагают к расчетно-пояснительной записке.

Лист 3 - рабочий чертеж узла аспирации какой-либо машины или фасонной части воздуховода с разверткой или же монтажный чертеж вентилятора, пылеотделителя в масштабе 1:5 или 1:10 на листе А2.

В дипломном проекте проектируют новые или реконструируют старые вентиляционные установки всего предприятия или его отдельных цехов с разработкой узловых и монтажно-установочных чертежей и расчетами. Проект состоит из 10-12 листов графической части и 100-120 страниц расчетно-пояснительной записки.

При выборе темы нужно учитывать материалы исследований и реальность проектов, возможность их внедрения на предприятиях. Особенно желательны проекты, выполненные по заявкам промышленных предприятий и проектных организаций.

Для своевременного и качественного выполнения проекта студент обязан получить от руководителя проектное задание и график его выполнения по установленным формам, ознакомиться еще раз с основными требованиями к проектируемым вентиляционным установкам и с принципами их компоновки, с этапами и содержанием проекта.

В проектном задании на курсовое и дипломное проектирование вентиляционных установок даются наименование предприятия, его производительность, наименование цехов, где установлено вентилируемое оборудование и намечается проектирование вентиляционной установки с указанием специального задания.

После ознакомления с заданием необходимо начертить планы и разрезы тех этажей цеха, на которых размещено оборудование, подлежащее аспирации, а также план этажа, на котором будут установлены пылеотделители и вентиляторы

При перечерчивании планов и поперечных разрезов здания цеха на листе I конструктивные элементы здания разрешается вычерчивать габаритными линиями. При перечерчивании машин и другого оборудования необходимо руководствоваться альбомами нормалей элеваторного и мельничного оборудования, ГИ Промзернопроекта, оборудования хлебозаводов и макаронной фабрики. После подготовки чертежей цеха приступают к проектированию по этажам.

Составление эскизных чертежей здания и цехов с установленным или устанавливаемым оборудованием может быть выполнено студентами во время прохождения практики по заданию руководителя или по типовому проекту производственного помещения в институте.

2. ВЫЯВЛЕНИЕ ВЕНТИЛИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

По планам и разрезам чертежей цеха или этажей нужно ознакомиться с оборудованием, которое нужно аспирировать. Вентилируемое оборудование записывается в таблицу:

№	Наименование вентилируемого оборудования	Кол-во	Этаж установки	Расход воздуха м ³ /час		Потери давления на машину	Цель аспирации	Примечание
				на одну машину	на все машины			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Суммируя показатели графы 6, находят общий полезный расход воздуха в сети в м³/ч:

$$Q = \sum Q_M. \quad (1)$$

Вентилируемое оборудование объединяется в одну сеть в соответствии с принципами компоновки сетей. Поэтому при объединении и выявлении вентиляруемого оборудования нужно знать эти принципы.

Расчет воздухообмена

Коэффициент i воздухообмена находят по формуле:

$$i = \frac{Q}{V_n}, \quad (2)$$

где V_n - объем помещения, где установлено оборудование, определяется по габаритным внутренним размерам здания из чертежа (лист I) без учета объема межэтажных перекрытий и оборудования, м³.

Нормальный воздухообмен (i_n) на мельницах, крупяных и комбикормовых заводах считают от I до 1,5, на элеваторах от I до 3 обмена в час. В этом случае можно проектировать один тип вентиляционных установок с удалением очищенного воздуха наружу. Если воздухообмен получается больше нормального, то следует проектировать в цехе и другие типы вентиляционных установок с применением способов рециркуляции очищенного воздуха или подачи подогретого воздуха в помещение при помощи приточной вентиляции. [1, 2, 3]. В размольных и рушилных отделениях мельницы недопустимо повышение воздухообмена, особенно в зимнее время нужно предусматривать проектирование приточной вентиляции с подогревом воздуха или рециркуляции аспирационного воздуха после тонкой очистки.

Количество воздуха для удаления из помещения

определяют по выражению:

$$Q_n = i_n \cdot V_n, \quad (3)$$

где i_n – предельно допустимый воздухообмен.

Количество воздухообменов для цехов с обильным тепло- и влаговыведением определяется с учетом количества тепло- и влаговыведений и требуемых показателей воздуха в цехах [3].

Количество воздуха Q_o , которое необходимо проектировать на другие типы сетей, можно определить по выражению:

$$Q_o = Q - Q_n. \quad (4)$$

При вентиляции с кондиционированием или рециркуляцией очистка воздуха от пыли должна быть особенно высокоэффективной и надежной. Кондиционирование воздуха применяется, в основном, для размольных отделений сортовых мельниц, отдельных цехов хлебозаводов, макаронных и кондитерских предприятий.

После расчета воздухообмена и выбора способа вентилирования помещения, компоновки и проектирования трассы вентиляционной сети составляется её расчетная схема с указанием параметров всех её прямых и фасонных участков, а также переходов.

Расчетная схема должна быть начерчена на отдельном листе для удобства выполнения расчетов, правильно отражать параметры вентиляционной сети.

3. РАСЧЕТ И ПОДБОР ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЕЙ

Расчет и подбор пылеотделителей производят по расходу воздуха в сети Q' , который по сравнению с Q учитывает 5 % подсоса воздуха в воздуховодах, т.е.

$$Q' = Q + 0,05Q. \quad (5)$$

По расходу воздуха в сети и характеристике пыли выбирается вид пылеотделителя. В зерноочистительных отделениях мельниц и на элеваторах для очистки воздуха, как правило, применяют циклоны различных типов (смотрите типы циклонов) [1, 2, 3, 4, 5]. Однако в зерноочистительных отделениях мельниц и крупозаводов на кормовой пыли иногда целесообразно устанавливать всасывающие матерчатые фильтры, так как они дают лучшую эффективность очистки воздуха от пыли с коэффициентом очистки 0,99 и выше. Рекомендуется, в основном, применять циклоны ЦОЛ (ЛИОТ), УЦ-38, ОТИ, УЦ и модернизированные циклоны (МТИПП).

При выборе циклона нужно учитывать простоту его конструкции, коэффициент его сопротивления и коэффициент очистки, а также габаритные размеры.

После подбора циклона к сети необходимо рассчитать сопротивление циклона по формуле:

$$H_u = \xi_u \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{вх}}^2}{2}, \quad (6)$$

где $V_{\text{вх}}^2$ - входная скорость воздуха в циклон, м/с; ξ_u - коэффициент сопротивлений циклона, зависит от типа циклона.

Входную скорость воздуха в циклон определяют посредством деления расхода воздуха в сети на площадь входного отверстия циклона или батареи. Размеры входного отверстия в циклон берут из литературы по таблицам [1, 2, 3, 4, 5].

Коэффициент сопротивлений циклонов ЦОЛ (ЛИОТ) принимают в среднем 2,5; циклонов ВНИИЗ-НИИОгаз - 6,0. В конусных циклонах ОТИ и УЦ коэффициент сопротивления зависит от диаметра циклона.

Диаметр циклона является основным размером и определяет его пропускную способность, гидравлическое сопротивление и габариты. Остальные размеры циклона

зависят от диаметра и обычно даются в нормальных долях диаметра.

Диаметр циклона находится в следующей зависимости:

$$D_u = \kappa \cdot \sqrt{\frac{Q'}{V_{\text{вх}}}}, \quad (7)$$

где Q' - количество воздуха, поступающего в циклон, м/с; $V_{\text{вх}}^2$ - скорость воздушного потока во входном отверстии циклона, м/с; κ - коэффициент пропорциональности: для циклона УЦ-38 принимается 4,0; для УЦ-45-3,1; для ВНИИЗ-НИИОгаз-2,96; ЦОЛ- 3,73.

Сопротивление батареи циклонов больше, чем сопротивление каждого элемента, входящего в её состав. Это объясняется наличием у батареи распределительного воздуховода на входе и коллектора на выходе. Ориентировочно сопротивление батареи можно принять

$$H_{\text{бц}} = (1,1 \dots 1,2) \cdot H_u. \quad (8)$$

Со способами компоновки циклонов в батареи можно ознакомиться в литературе [1,3].

При установке циклонов снаружи зданий на выхлопной трубе ставят зонт, а в помещениях на выходе вместо отводов ставят улитки.

При проектировании аспирационных установок комбикормовых заводов рекомендовано применять батарейные установки циклонов 4БЦШ и УЦ с шлюзовыми затворами ШУ-6, ШУ-15 в зависимости от марки установки [4, 11].

Значения оптимальной входной скорости в циклонах изменяются в пределах 10 ... 18 м/с в зависимости от производительности циклонов и размеров входного отверстия [4].

На мельничных предприятиях применяют всасывающие фильтры типа ФВ производства

Горьковского машиностроительного завода им. Воробьева. Завод выпускает фильтры четырех типов: ФВ-30, ФВ-45, ФВ-60 и ФВ-90. Фильтрующая поверхность их соответственно равна 30, 45, 60 и 90 м².

На предприятиях системы хлебопродуктов, в частности на комбикормовых заводах, рекомендуют применять всасывающие рукавные фильтры для очистки воздуха в аспирационных (Г4-1БФМ) и пневмотранспортных (Г4-2БФМ) установках. Фильтры Г4-1БФМ выпускают четырех типоразмеров, а Г4-2БФМ - двух типоразмеров. Их технические характеристики приведены в литературе [4], номограмма для определения сопротивления показана на рисунке 1.

На мукомольных заводах на комплектном оборудовании с внутрицеховым пневматическим транспортом используются рукавные фильтры с импульсной продувкой модификаций РЦИ-31,2-48, РЦИ-40,8-48, РЦИ-23,4-36, РЦИ-15,6-24, РЦИ-6,9-16, РЦИ-10,4-16, РЦИ-5,2-8, РЦИ-1,7-4, РЦИ-40,6-72, РЦИР-3,9-9, РЦИР-1,7-4 (первые цифры – фильтрующая поверхность, м², вторые – число фильтрующих рукавов). Требования к параметрам воздуха, нагрузки на ткань и режим продувки и запыленности воздуха на входе и выходе из фильтрующей машины приведены в литературе [14].

Выбор фильтра производят после определения необходимой фильтрующей поверхности по формуле:

$$S_{кр} = \frac{Q_{\phi}}{q}, \quad (9)$$

где Q_{ϕ} – количество воздуха, поступающего в фильтр, м³/ч; q – удельная нагрузка на ткань фильтра, допускается от 90 до 120 м³/(ч·м²) для РЦИ – до 480 м³/(ч·м²)

Из найденной фильтрующей поверхности выбирают ближайший фильтр по таблице, приведенной из литературы [1; 2, 3,4,5,8].

Приняв, например, для сети фильтр ФВ-30 с фильтрующей поверхностью $S_{\phi} = 30$ м², рассчитывают действительную скорость фильтрации V_{ϕ} :

$$V_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{S'_{\phi}}, \quad (10)$$

где S'_{ϕ} – фильтрующая поверхность выбранного фильтра.

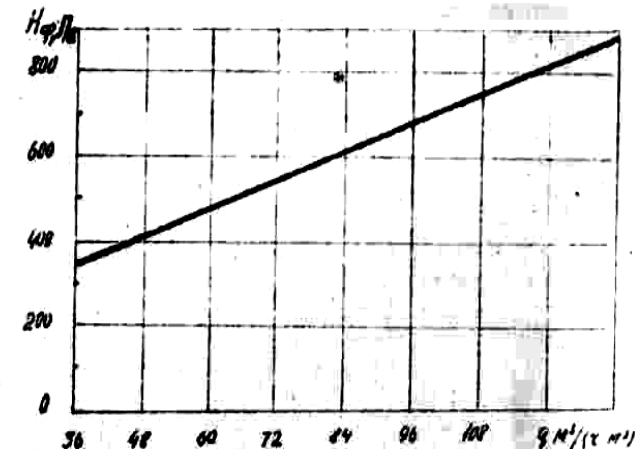


Рис.1. Номограмма для определения сопротивления фильтров

По найденной действительной скорости фильтрации или удельной нагрузке на ткань определяют сопротивление фильтра по формуле:

$$H_{\phi} = B \cdot V_{\phi}^n, \quad (11)$$

где B и n – опытные коэффициенты.

Применяются для ткани, запыленной мучной пылью, $B = 0,15$; $n = 1,2$; зерновой пылью $B = 0,13$; $n = 1,27$.

Величину H_{ϕ} можно определить по номограмме (рис.2) или по графику из литературы [3,4].

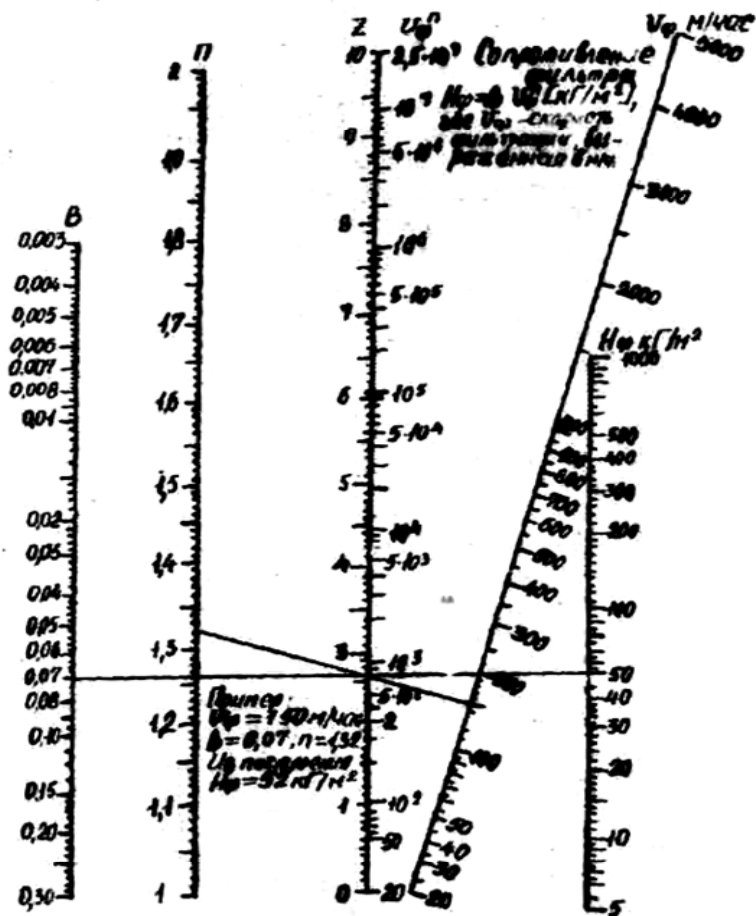


Рис.2. Номограмма для расчета потерь давления в фильтрах

В курсовых и дипломных проектах могут быть даны разработки конструкций принципиально новых пылеотделителей или модернизации существующих на основе расчетов и данных научно-исследовательской работы.

Выбор самоочищающихся масляных фильтров серии КД (НИИСТ) к вентиляционным сетям с рециркуляцией производят по литературе [2]. Расчет промывных камер и кондиционеров к вентиляционным сетям производят по расходу воздуха, рассчитанному по формуле (4), с учетом подсоса наружного воздуха в количестве 10 % [2, 3].

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДБОР ВЕНТИЛЯТОРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАССЫ ВОЗДУХОВОДОВ

Пылеотделители и вентиляторы являются основным оборудованием вентиляционной сети. Для их размещения необходимо знать конструкцию и габаритные размеры этого оборудования. Конструкция и габаритные размеры пылеотделителя известны по результатам выполненных расчетов. Для выбора вентилятора нужно знать расход воздуха и полное сопротивление в сети. Определение величины полной потери давления возможно лишь после проведения трассы воздуховодов, т.е. после размещения оборудования и составления расчетной схемы, поэтому рекомендуется произвести предварительный подбор вентилятора по расходу воздуха и по ориентировочному сопротивлению в сети, которое можно принимать 1200 ... 1600 Па при одноступенчатой очистке, 1600 ... 1800 Па при двухступенчатой очистке. Ориентировочное давление вентилятора, равное сопротивлению сети, можно уточнить сложением потерь давления одной машины с наибольшим сопротивлением, потерь давления выбранных и последовательно устанавливаемых пылеотделителей и ориентировочных потерь давления в воздуховодах, который можно принимать равными 15 Па на 1 м длины воздуховодов главного магистрального направления сети.

Количество воздуха, перемещаемого вентилятором, равно:

$$Q_u = Q' + Q_n = Q'(1 + 0,05 + 0,15) = 1,2 Q', \quad (12)$$

где Q' - количество воздуха, поступающего в пылеотделитель, м³/ч; Q_n - подсос воздуха в пылеотделителе, м³/ч; принимается $Q_n = 0,15 Q'$ - для тканевых фильтров, $Q_n = 0,10 Q'$ - для батарейных циклонов со шлюзовыми затворами.

По расходу воздуха (Q_6) и ориентировочному сопротивлению сети (H_0) производят предварительный выбор вентилятора. Предварительно выбирают вентилятор с максимальным КПД и наименьшим номером по характеристикам, приведенным в литературе [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Габаритные размеры вентилятора, диаметр входного отверстия и размеры выходного отверстия вносят в объяснительную записку для использования в последующих этапах проектирования.

В некоторых случаях, особенно при отсутствии производственной площади, можно применять осевые вентиляторы типа ВМ-200. Вентилятор монтируется непосредственно в воздуховоде под перекрытием и не требует производственной площади.

При выборе места для установки пылеотделителя и вентилятора необходимо руководствоваться следующим:

1. В целях уменьшения протяженности воздухопроводов рекомендуется устанавливать пылеотделитель и вентилятор по возможности ближе друг к другу и к аспирируемым машинам, особенно к машинам с высоким сопротивлением. Они могут быть расположены на одном этаже, если это требуется по условиям лучшей компоновки, или на различных этажах с учетом удобства сбора и вытруски пыли из пылесборника.

2. Обеспечить удобство обслуживания пылеотделителей и вентиляторов, для чего следует оставлять проходы (генеральный проход с одной стороны $1 \cdot 1,2$ м, остальные проходы с двух сторон по $0,8 + 0,75$ м и с четвертой

стороны, где не требуется обслуживания - $0,5$).

3. Следует избегать установку фильтров, циклонов и вентиляторов у стен против окна. Лучше их устанавливать в простенках или в середине помещения.

Циклоны, применяемые на элеваторах, устанавливают на площадках, обычно вне помещения, так как они имеют значительные габариты. Однако в соответствии с местными условиями циклоны могут быть установлены и внутри помещения. Циклоны вентиляционных сетей, обеспыливающие оборудование, расположенное в верхней части башни, можно устанавливать на крыше башни или внутри помещения в удобном месте. Циклоны разрешается устанавливать вплотную к стенкам здания, в углах, подвешивать под потолком, на чердаках, выносить на крышу или крепить на кронштейнах с площадками к наружным стенам зданий в простенках. При установке циклонов на наружных стенах нельзя ухудшать архитектурный вид здания. Во всех случаях циклоны необходимо устанавливать так, чтобы был обеспечен доступ к устройству для вывода пыли. Воздух из циклонов выводится наружу и выпускается в атмосферу на уровне выше крыши башни. Пыль из циклона посредством герметизирующего устройства выводится по самотечным трубам в бункер или к пневмотранспортной установке, с помощью которой она отправляется в специальную камеру.

Существенное значение имеет последовательность прохождения воздуха через циклон и вентилятор. Возможны два варианта: первый, когда воздух предварительно проходит через циклон, очищается от пыли, а затем поступает в вентилятор, из которого удаляется в наружную атмосферу; второй, когда вентилятор нагнетает запыленный воздух в циклон и далее в наружную атмосферу. Предпочтение следует отдать первому варианту, так как при этом исключается

возможность засорения колеса вентилятора и лучше обеспечиваются требования противопожарной безопасности. Вторым вариантом удобен при установке циклонов вне здания. В этом случае облегчается герметизация выпуска осажженной пыли из циклонов, так как величина избыточного давления в циклоне будет значительно меньше разрежения, имеющего место при осуществлении первого варианта. В случае пропуска воздуха до его очистки через вентилятор следует применять только пылевые вентиляторы. Вторым вариантом может быть применен в размольных отделениях мельниц при перемещении мучной пыли.

Фильтры устанавливают на перекрытиях зданий в основном на всасывающей стороне вентилятора ближе к аспирируемым машинам. Перед монтажом фильтров на перекрытии проводят разметочные работы, наносят главные оси и проверяют соответствие отверстий технологической монтажной карте.

Выходной патрубок для пыли крепят на фланце к сборному конусу фильтра, а шлюзовой затвор - к патрубку. При этом оси шнека и шлюзового затвора должны быть параллельны.

После выбора места установки необходимо вычертить вентилятор, фильтр или циклон на листе 1 проекта в масштабе 1:50, в разрезе и плане.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

После вычерчивания пылеотделителей и вентилятора намечают на плане и разрезах помещения путь движения воздуха по воздуховодам от аспирируемого оборудования к фильтру и вентилятору или к вентилятору и циклонам.

Перед началом проектирования трассы рассчитывают

диаметры воздуховодов и определяют размеры конфузоров для каждой аспирируемой машины. Вычерчивают конфузоры к машинам на листе I в масштабе 1:50.

Предварительный расчет диаметров воздуховодов на всех участках сети производят по расходу воздуха и по ориентировочной надежно транспортирующей скорости воздуха 11 ... 12 м/с. Результат находят из номограммы (рис.3) или по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_c}{\pi V}} = 1,128 \sqrt{\frac{Q_c}{V}}, \quad (13)$$

где Q_c - расход воздуха на участках сети, м³/с.

Размеры конфузоров к каждой машине могут быть взяты из альбомов нормалей аспирационных устройств ГИ Промзернопроект или же рассчитывается площадь аспирационного отверстия по формуле.

$$S = \frac{Q_m}{V_{\text{вых}}}, \quad (14)$$

где Q_m - расход воздуха на аспирацию оборудования, м³/с; $V_{\text{вых}}$ - скорость воздуха в аспирационном отверстии, м/с, принимают с учетом следующего неравенства:

$$V_2 < V_{\text{вых}} < V_1, \quad (15)$$

где V_1 - наименьшая скорость витания перерабатываемого продукта для полноценного зерна - 9 м/с, щуплого - 6,5 м/с, муки - 1,1 м/с, манной крупы - 2,5 м/с; V_2 - скорость витания частиц пыли, которые подлежат удалению воздухом при аспирации.

Рекомендуется принимать при проектировании аспирации оборудования первой группы, работающего на зерне, $V_{\text{вых}} = 3,0$ м/с. При аспирации оборудования, работающего на продуктах размола, где содержится мука, $V_{\text{вых}} = 1,1$ м/с.

К первой группе относится оборудование, основной целью которого является санитарно-гигиеническая, т.е.

обеспыливание (зерновые бункера, силосы, коробки питающих механизмов машин, ленточные транспортеры, норрии, шнеки, весы, поворотные распределительные трубы, триеры, магнитные и электромагнитные аппараты, камнеотборочные машины, бураты и другое оборудование, где воздух не выполняет технологические задачи и не создаются взрывобезопасные концентрации пыли. Ко второй группе относится оборудование, основная цель аспирации которого - технологическая или взрывобезопасная. К этой группе относятся зерновые сепараторы, аспираторы, аспирационные колонки, обочные и щеточные машины, вальцевые станки, молотковые дробилки, ситовые машины, рассева, просеиватели муки, бичевые вымольные машины, шелушильные, шлифовальные и полировальные машины и другое оборудование, где воздух очищает и охлаждает продукты или удаляет пыль, чтобы не было взрывоопасных концентраций.

Входное отверстие в корпус аспирируемого оборудования второй группы должно быть расположено на таком месте, чтобы вошедший воздух пересекал внутри машины слой обрабатываемого продукта и омывал рабочие органы машины, где меньше давление, ниже температура и меньше пылеобразование. Например, в машинах с вращающимся рабочим органом входное отверстие целесообразно проектировать в торцевых стенках корпуса ближе к оси вращения.

Форма отверстий в корпусах аспирируемого оборудования второй группы должна быть прямоугольной, причем наибольший размер прямоугольника должен быть равен длине рабочей зоны машины: в вальцевых станках - длина рабочих валков, в зерновых сепараторах и аспираторах - ширине аспирационных каналов и т.д. Площадь отверстий определяется по формуле:

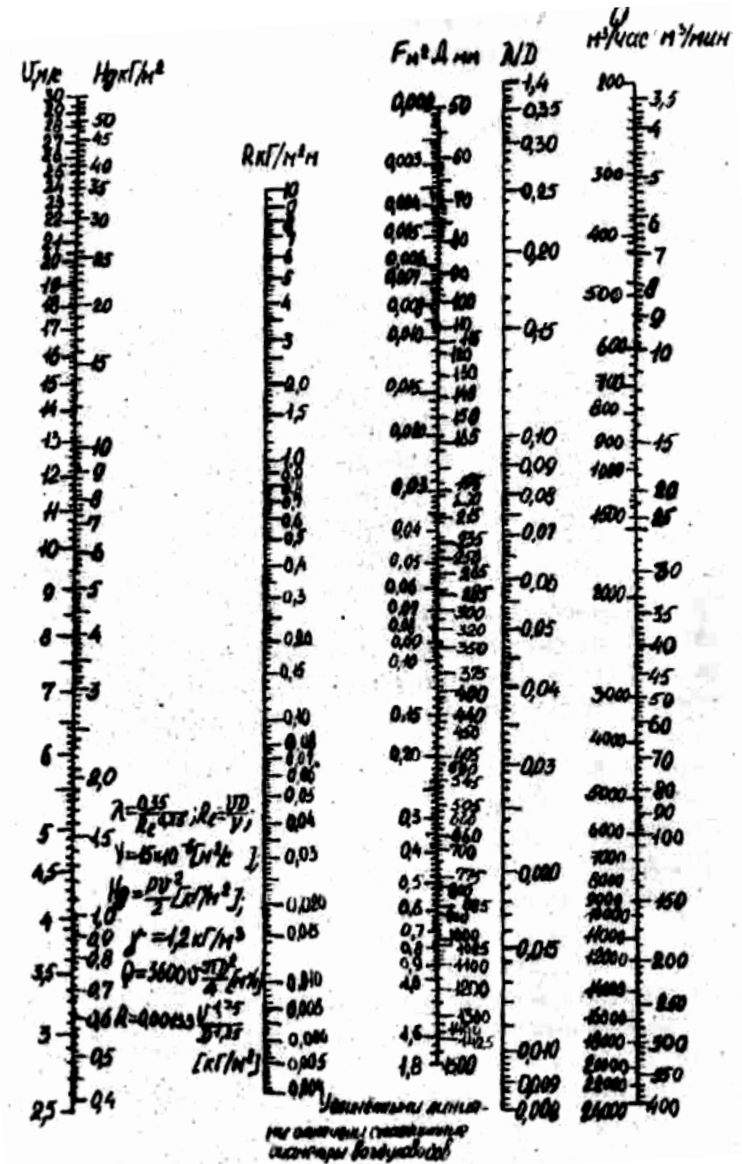


Рис.3. Номограмма для расчета вентиляционных воздуховодов

$$S_{\text{вх}} = \frac{Q_m}{V_{\text{вх}}}, \quad (16)$$

где $V_{\text{вх}} = \sqrt{\frac{2H_{\text{вак}}}{\rho \cdot \xi_{\text{вх}}}}$ - скорость входа воздуха, м/с; $H_{\text{вак}}$ -

вакуум внутри корпуса аспирируемой машины около входного отверстия. Принимается не менее 10 ... 20 Па, чтобы не было выделений пыли через входные отверстия в рабочем положении; $\xi_{\text{вх}}$ - коэффициент сопротивления входных отверстий, можно принять $\xi_{\text{вх}} = 2$.

Устройство узлов аспирации оборудования нужно смотреть по литературе [1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12] и альбомам ГИ Промзернопроект.

В машинах первой группы места пылеобразования обычно ограждены стенками корпусов оборудования. Стенки образуют герметизирующий кожух, который посредством коллектора (пылеприемника) соединяется с воздухопроводом сети. Однако большей частью герметизирующие кожухи не полностью изолируют источник выделения пыли, так как имеют щели и неплотности, через которые пыль проникает в рабочую зону. При неполной герметизации отсасывают воздух через отверстия и щели из рабочего помещения внутрь кожуха, что возможно при поддержании небольшого вакуума внутри кожуха. При этом пыль не выделяется в помещение.

Схемы герметизирующих кожухов и их расчеты приведены в литературе [4, 12].

Таким образом, перед началом расчета сети должны быть выполнены подготовительные работы:

а) вычерчивают плоскостную схему сети, которая составляется в соответствии с пространственным расположением всех прямых участков и фасонных деталей: на ней должна быть указана протяженность (длина) прямых участков и характеристика фасонных деталей;

б) указывают у конечных точек участков сети объем воздуха, подлежащий отсасыванию от машин, а также потери полного давления в машинах, соответствующие нормам отсоса для данного оборудования и принимаемые из литературы [1, 2, 3, 4, 5, 11, 12 и т.д.];

в) выбирают магистральное направление сети и боковые ответвления с обозначением её участков.

На основе выполненных работ составляется расчетная схема вентиляционной сети в соответствии пункта а, б, в..

Под магистральным направлением понимают те последовательно расположенные участки воздухопроводов, где сумма потерь давления от начальной точки отсоса до вентилятора будет максимальной. Остальные участки будут ответвлениями.

Расчет вентиляционной сети включает определение:

- 1) диаметров воздухопроводов каждого участка сети;
- 2) потери полного давления в сети по магистральному направлению и боковым ответвлениям;
- 3) типа вентилятора и его характеристики;
- 4) типа и характеристики электродвигателя;
- 5) уточненный расчет диаметров ответвлений или устройства для регулирования пропускной способности ответвлений сети (диафрагмы, задвижки и т.д.).

На участках магистрального направления диаметры рассчитывают по соответствующим расходам воздуха и оптимальным надежно транспортирующим скоростям, которые принимаются в пределах от 10 до 15 м/с. Меньшие скорости принимаются на вертикальных участках воздухопроводов или на небольших горизонтальных участках до 2-х м. На первом участке магистрального направления принимают меньшую скорость, а на последующих участках до пылеотделителя скорость воздуха принимают возрастающей на 10-15 % с учетом ближайшего стандартного диаметра. Скорость воздуха на

последующем участке магистрального направления может быть иногда принята равной скорости на предыдущем участке, но не должна быть меньше. На боковых участках скорости могут быть значительно выше оптимальных, определяются из условия выравнивания потерь давления в тройнике методом интерполяции.

После пылеотделителя скорость воздуха можно взять несколько меньшую, чем до пылеотделителя (10-12 м/с). Диаметр воздухопровода после всасывающего фильтра следует рассчитать с учетом подсоса -5 % в воздухопроводах и 15 % во всасывающем фильтре, как было отмечено ранее.

Расчет потерь давления в воздухопроводах можно производить по методу полных давлений или по методу потерь давления на единицу длины воздухопровода.

Полное давление, развиваемое вентилятором, равно сумме абсолютных значений полных давлений в конце всасывающей H_B и в начале нагнетающей линии H_N , т.е. $H = H_B + H_N$. Величина этого давления расходуется на преодоление сопротивления всасывающей ($H_{B,П}$) и нагнетающей ($H_{П,Т}$) линий, а также на преодоление потерь при выходе воздуха в атмосферу H_V , таким образом $H = H_{B,П} + H_{П,Т} + H_V$.

Потери давления на любом участке вентиляционной сети определяются по формуле:

$$H_n = \left(\frac{\lambda}{D} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}. \quad (17)$$

В более общем виде потеря давления вентиляционной сети (Па) равна сумме потерь давлений на всех n участках магистрального направления вентиляционной установки:

$$H_c = H_{з0} + H_m + \sum_1^n \left(\frac{\lambda}{Dn} \cdot l_n + \sum_1^i \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot V_n^2}{2} + H_{no} + H_y, \quad (18)$$

где $H_{з0}$ - потери давления при входе воздуха в здание; H_m - потери давления в машине, установленной в начале

первого участка; H_{no} - потери давления в пылеотделителе; H_y - потери на удар при выхлопе; n - номер участка сети в магистральном направлении; i - номер фасонных элементов участка сети.

Сопротивление входу воздуха в здание практически равно величине разрежения в здании и нормально не должно превышать 30 ... 50 Па.

Потери в машине H_m должны быть указаны на расчетной схеме, принимаются из таблицы, а потери в пылеотделителе H_{no} рассчитывается по формулам 6,8, 11.

Следовательно, порядок расчета полного давления, развиваемого вентилятором, состоит в последовательном определении и суммировании всех видов потерь давления, возникающих при движении воздуха по магистральному направлению.

Выполнение трудоемких, многократно повторяемых вычислений существенно облегчается при пользовании номограммой А.В. Панченко для расчета вентиляционных сетей по методу полных давлений (рис. 3). Она связывает все основные величины, подлежащие определению при расчете Q , V , D , λ и $H_{П}$. В основу построения номограммы вложен коэффициент сопротивления трубы λ , выраженный в зависимости от числа R . Вместо коэффициента λ дана шкала $\frac{\lambda}{D}$, т.е. величин, непосредственно применяемых в расчете.

Номограмма построена по методу выравненных точек; каждую определяемую величину для такого рода номограммы находят на пересечении прямой линии, проведенной через две заданные точки, со шкалой искомой величины.

При помощи номограммы можно определить:

- диаметр воздухопровода по значениям Q и V ;
- скорости движения воздуха по значениям Q и D ;

в) отношение $\frac{\lambda}{D}$ по значениям V и D; или по V и Q,

или по Q и D;

г) динамическое давление по V или по D и Q.

Расчетная длина l участка включает, кроме длины прямых участков, выпрямленную длину отвода:

$$l_0 = \frac{\pi R_0 \alpha}{180}, \quad (19)$$

где $R_0 = nD$ - радиус отвода, м; α - угол отвода в градусах; n - отношение радиуса отвода к диаметру воздуховода.

Все аспирируемые машины присоединяются к вентиляционной сети с помощью конфузоров (коллекторов), коэффициенты ξ местных сопротивлений в воздуховодах для конфузоров (коллекторов) машин приведены в литературе, принимаются по отношению $\frac{\lambda}{D}$ и

углу сужения α конфузора, который определяется по зависимости:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{a - D}{2h}, \quad (20)$$

где a - наибольшая сторона прямоугольника конфузора; h - высота (длина) конфузора.

Рекомендуется принимать $\alpha = 30^\circ \dots 45^\circ$. Сечение основания конфузора (коллектора) должно обеспечивать скорость воздушного потока $1 \div 3$ м/с. Большое сечение конфузора (коллектора) выполняют в виде прямоугольника или круга. Площадь этого сечения можно определять по формуле:

$$F_k = \frac{Q}{3600V}, \quad (21)$$

где Q - объем воздуха, отсасываемый от машины, м³/ч; V - скорость воздуха в рассчитываемом сечении, принимается равной 1-3 м/с в зависимости от вида

обрабатываемого материала, частицы которого не должны уноситься потоком воздуха.

Таблица I

Величины коэффициентов местных сопротивлений конфузоров аспирируемых машин

$\frac{\lambda}{D} \backslash \alpha^\circ$	0	10	30	45	60	90	120	150	180
0,10	0,50	0,40	0,25	0,20	0,18	0,24	0,32	0,41	0,50
0,25	0,50	0,34	0,17	0,13	0,14	0,21	0,30	0,39	0,50
0,60	0,50	0,28	0,13	0,10	0,12	0,20	0,29	0,38	0,50
1,00	0,50	0,27	0,11	0,09	0,11	0,19	0,28	0,38	0,50

При использовании конфузоров на выравненном потоке в воздуховодах коэффициент сопротивления для угла сужения от 10° до 30° можно брать равным 0,04 для 40° - 0,05; 50° - 0,06; 70° - 0,07; 90° ~ 0,09.

Коэффициент сопротивления отвода определяется в зависимости от угла поворота в градусах и радиуса закругления R_0 , выраженном в числах диаметров. Радиусы закруглений рекомендуется принимать в пределах (1,5...2,5) для воздухопроводов вентиляционной сети. Коэффициенты приведены в литературе [1,2,3,4,5].

Тройники предназначаются для соединения и разъединения воздушных потоков и характеризуются двумя коэффициентами местного сопротивления: по прямому $\xi_{\text{П}}$ и боковому $\xi_{\text{Б}}$ участкам. Для определения коэффициентов местного сопротивления тройника необходимо знать:

а) угол сопряжения (соединения) труб α , рекомендуется принимать не более 30° ;

б) отношение $\frac{D_n}{D_6}$ (диаметра прямого и бокового

участков тройника);

в) отношение $\frac{V_{\delta}}{V_n}$ (скорости воздушного потока в

боковом и прямом участках тройника).

Коэффициенты принимаются по таблицам [1, 2, 3, 4, 5]. В случае применения симметричных тройников коэффициенты сопротивления в них принимают как в ξ_B боковых участках.

Коэффициенты местного сопротивления ξ_n , ξ_b учитывают и потери на трение, поэтому длину тройников при расчете потерь давления на трение в прямом участке не учитывают.

На всех боковых параллельных участках сети (на ответвлениях) при расчете диаметров принимают во внимание условие выравнивания потерь давления, для чего скорости воздуха берут значительно выше, чем на участках главной магистрали. Наибольшая допустимая скорость на боковом участке определяется наименьшим эксплуатационно-надежным диаметром воздуховода, который обычно превышает 80 мм.

При выравнивании потерь давления на параллельных участках допускается разница в давлениях до 5%. При этом для главного магистрального направления принимают большие потери.

Диффузор геометрически представляет собой такую же фасонную деталь как конфузор, с той разницей, что воздух движется от меньшего сечения к большему.

Для определения коэффициента местного сопротивления диффузора нужно знать степень расширения диффузора:

$$n = \frac{F_{\delta}}{F_M},$$

где F_{δ} - большая площадь сечения; F_M - меньшая площадь, и угол раскрытия - α . Угол раскрытия

рекомендуется принимать в пределах $10 \div 30^\circ$.

Диффузоры применяют для присоединения сети к фильтру, вентилятору и устанавливаются на выходах из сети. Коэффициенты сопротивлений диффузоров приведены в литературе [1,2,3,4,5] для воздуховодов круглого и квадратного сечений и вариантов, когда диффузор используется на выравненном потоке, выхлопе открытым и защитным зонтом.

В диффузорах с углом раскрытия больше 30° коэффициент сопротивления можно подсчитать по формуле:

$$\xi_o = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2, \quad (22)$$

где S_1 и S_2 - площади узкого и широкого сечений диффузора.

Для каждого участка найденные коэффициенты местных сопротивлений в фасонных деталях суммируются и находится значение $\Sigma\xi$, которое умножается на величину динамического давления в воздуховоде рассматриваемого участка. Зная величину потерь давления на трение (она была рассчитана ранее), находят общие потери давления на каждом участке.

Таким образом, определяется сумма потерь давлений на участках (формула 18) магистрального направления, которая и равна потерям давления в сети.

Результаты расчета вентиляционной сети по методу полных давлений записываются в расчетную таблицу 2, которая должна быть приготовлена для выполнения расчетов.

Таблица 2

Форма расчетной таблицы по методу полных и динамических давлений

Обозначение участка	$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$V, \text{ м/с}$	$D, \text{ мм}$	$\frac{l}{D}$	$l, \text{ м}$	$\frac{\lambda}{D} \cdot l$	$\sum \xi$	$\frac{\lambda}{D} l + \sum \xi$	$H_{\text{п}}, \text{ Па}$	$H_{\text{пт}}, \text{ Па}$	$\sum H_{ni}$ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продолжение таблицы 2

Перечень коэффициентов местных сопротивлений									
Конфузоры и диффузоры			Отводы и колена			Тройники			
n или $\frac{n}{D}$	φ^0 или α^0	ξ_k	α^0	n или R_0	ξ_0	α^0	$\frac{V_b}{V_n}$	$\frac{D_n}{D_b}$	$\frac{\xi_n}{\xi_b}$
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

В расчетную таблицу вписывают наименование машины, установленной на первом участке, с указанием величины полной потери давления в ней. Эту величину заносят в графу 12 таблицы. После этого приступают к расчету первого участка сети.

Обозначение участка, расход воздуха Q , надежно транспортирующую скорость воздушного потока V и длину рассматриваемого участка записывают соответственно в графы 1,2,3 и 6 таблицы. А остальные величины, определяемые в процессе расчета, записываются в соответствующие графы по мере их определения. В графу 12 записывают суммарное значение потерь давления на участках в магистральном направлении, включая потери

на машину первого участка.

5.1. Расчет диаметров воздухопроводов на боковых участках сети

Диаметры воздухопроводов на участках сети должны быть определены из условия равенства полных давлений в сечении, общем для потоков, движущихся по магистрали и по ответвлению.

Выравнивание потерь давления в тройнике производят методом интерполяции следующим образом. Рассчитывают потери давления на проходном и боковом участках при условии, когда скорость на боковом участке – V_b , принимается равной известной скорости на проходном участке – V_n , т.е. $\frac{V_b}{V_n} = 1,0$. При этом диаметр на боковом

участке будет заведомо большим – D_b , а потери давления будут заведомо меньшими. Диаметр D_b определяет по соответствующим Q и $V_b = V_n$. Затем рассчитывают при этом диаметре потери давления на проходном $\sum H_{\text{пт.п}}$ и боковом участках $\sum H_{\text{пт.б}}$ по формуле (16) и находят разность между этими потерями при заведомо большем диаметре, т.е.

$$h_b = \sum H_{\text{пт.б}} - \sum H_{\text{пт.п}}, \quad (23)$$

после чего задают на боковом участке заведомо большую скорость и находят заведомо меньший диаметр D_m , руководствуясь следующей зависимостью

h_b	До 50	50-80	80-120	120-150	150-180	Свыше 180
$\frac{V_b}{V_n}$	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0

По этой скорости и расходу воздуха определяются из

номограммы или по формуле (13) заведомо меньший диаметр участка D_M и $\frac{\lambda}{D_M}$. Рассчитав потери давления в боковом участке $\Sigma H_{ПТ.Б.М}$ при меньшем диаметре D_M , находят разность между потерями давления в боковом и проходном участках, т.е.

$$h_{\delta} = \Sigma H_{ПТ.Б.М} - \Sigma H_{ПТ.П} > 0. \quad (24)$$

Окончательный диаметр бокового участка находят по формуле:

$$D_{\delta} = D_M + h_M \frac{D_{\delta} - D_M}{h_M - h_{\delta}}, \quad (25)$$

где величины D_M , D_{δ} , h_M и h_{δ} определены ранее.

Округлять расчетный диаметр в боковом ответвлении до стандартного удается в случаях, когда расчетное значение близко к стандартному. Обычно приходится брать расчетный диаметр, изготавливать нестандартный тройник.

Разница в величине потерь давления по магистральному направлению и в ответвлении не должна превышать 5 %. При этом большие потери давления должны относиться к магистральному направлению. При выравнивании потерь давления в проходном и боковом участках находят коэффициенты сопротивления в проходном ξ_n и боковом ξ_{δ} участках тройника. Эти коэффициенты принимают из таблицы, приведенной в литературе [4, с. 60 ... 65], по отношению площадей $\frac{F_n}{F}$,

$\frac{F_{\delta}}{F}$ и расходов воздуха $\frac{Q_{\delta}}{Q}$ через боковую и общую площади участков тройника.

В тех случаях, когда невозможно выровнять потери давления на параллельных участках путем применения повышенных скоростей и уменьшения диаметров на

боковых участках, уравнивание давления в ответвлении с магистралью производят введением дополнительного местного сопротивления в виде диафрагмы. При этом можно применять стандартный тройник и воздухопроводы со стандартным диаметром..

Диафрагмы с центрально расположенным отверстием (шайбы) применяют в вертикальных воздухопроводах. В горизонтальных воздухопроводах применяют односторонние диафрагмы, типа задвижек, расположенные в верхней части воздуховода. Диафрагмы подбирают на недостающее давление в боковом участке посредством умножения коэффициента сопротивления диафрагмы на динамическое давление в воздуховоде. Диафрагмы служат также для регулирования пропускной способности воздухопроводов при аспирации длинных рядов однородного оборудования. Это позволяет делать все ответвления одинакового и вполне стандартного диаметра, т.е. упрощает изготовление и удешевляет стоимость вентиляционной сети. Применение диафрагм позволяет регулировать объем отсасываемого воздуха точнее, чем при изменении диаметров воздухопроводов. Округление диаметров даже по числам, кратным 5 и 10 мм, и особенно до стандартных диаметров, заметно изменяет фактически отсасываемые объемы воздуха по сравнению с расчетными. Поэтому в отдельных случаях имеет определенный смысл применение диафрагм. В этих случаях необходимо производить расчет диафрагмы. Имеются и другие методы расчета диафрагм с использованием двоянной шкалы, номограмм для определения размеров и подбора диафрагмы.

Сущность расчета диафрагмы во всех случаях сводится к определению такого её размера, который обуславливает величину потерь, равную разности полных давлений по магистрали и ответвлению. Методика и пример такого расчета приведены в литературе [4, с. 130].

Для односторонней диафрагмы величину $\Sigma H_{пт.д}$ можно определить по необходимому $\xi_{диаф}$ при помощи сдвоенной шкалы [4, с.75]. По сдвоенной шкале определяют:

$$\xi_{диаф} = \frac{H_{пт.д}}{H_{д}}$$

Сопротивление диафрагмы $H_{пт.д} = \xi_{диаф} \cdot H_{д}$, где $H_{д}$ - динамическое давление в воздуховоде ответвления, отнесенное ко всей площади его поперечного сечения. Соответственно величина $\frac{a}{D} = 1 - \frac{X}{D} = K$ принимается по шкале и определяется $Q = K \cdot D$.

5.2. Расчет вентиляционной сети по методу потерь давления на единицу длины воздуховода

При расчете вентиляционной сети по методу потерь давления на единицу длины воздуховода потери давления на каждом участке определяются по формуле:

$$H_{пт} = Rl + \Sigma \xi \cdot H_{д}, \quad (26)$$

где R - потери давления на l м длины воздуховода, величину K и определяют по номограмме по известным величинам Q и V ; l - длина воздуховода, м; $\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений; $H_{д}$ - динамическое давление.

Сопротивление всей вентиляционной сети выражается суммой сопротивлений отдельных ее участков, расположенных по магистральному направлению. Эти положения определяют порядок расчета вентиляционных сетей по методу потерь на единицу абсолютной длины.

При расчете вентиляционной сети по этому методу сохраняются все общие требования: например, диаметры

воздуховодов должны соответствовать рекомендуемым (стандартным) величинам; следует применять тройники с размерами, близкими к стандартным. Надо применять понятие о коэффициенте увеличения скорости воздуховода по магистральному направлению, уравнивать потери в ответвлении с действующим давлением в магистрали и т.д.

Форма расчетного бланка для величин коэффициентов местных сопротивлений остается такой же, как и при расчете методом полных давлений. Форма расчетной таблицы 3 должна быть приготовлена к началу расчета. Подробно методику расчета можно посмотреть в литературе [1, 2, 4].

Таблица 3

Форма расчетной таблицы по методу определения потерь давления на единицу длины воздуховода

Обозначение участка	$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$V, \text{ м/с}$	$D, \text{ мм}$	$R, \text{ Па/м}$	$l, \text{ мм}$	$R \cdot l, \text{ Па}$	$\Sigma \xi$	$H_{д}, \text{ Па}$	$\Sigma \xi \cdot H_{д}$	$H_{пт}, \text{ Па}$	$\Sigma H_{пт}, \text{ Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продолжение таблицы 3

Перечень коэффициентов местных сопротивлений										
Конфузоры и диффузоры			Отводы и колена			Тройники				
n или $\frac{n}{D}$	φ^0 или α^0	ξ_k	α^0	n или R_0	ξ_0	α^0	$\frac{S_n}{S}$	$\frac{S_{\bar{o}}}{S}$	$\frac{Q_{\bar{o}}}{Q}$	ξ_n или $\xi_{\bar{o}}$
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

6. ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ПОДБОР ВЕНТИЛЯТОРА И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

По расходу воздуха в сети с учетом подсоса, учтенного в формуле 12, и по общему сопротивлению сети, найденному по сумме всех потерь давления в главном магистральном направлении по формуле 17 и записанному в графу 12 расчетной таблицы 2 или таблицы 3, окончательно подбирают вентилятор. Подбор вентилятора производят по индивидуальным характеристикам с максимальным КПД.

При подборе вентилятора суммарное сопротивление сети, указанное в графе 12, умножается на коэффициент запаса, равный 1,1, т.е.

$$N_b = 1,1 \cdot N_{\text{сети}}, \quad (27)$$

где $N_{\text{сети}}$ - общие расчетные потери давления в сети, определяются по формуле (17) или суммированием потерь давлений на участках магистрального направления, записанных в графе 12 расчетной таблицы. В начале подбора рекомендуется посмотреть характеристики вентиляторов 1-го исполнения, так как они более экономичны. Если они подходят для данной сети, то следует их принять. При близком совпадении числа оборотов вентилятора с числом оборотов выпускаемых асинхронных электродвигателей (1460, 960, 725 об/мин) следует принимать конструкцию привода вентилятора в 3-м исполнении, соединяя вал вентилятора с валом электродвигателя посредством упругой муфты. В остальных случаях исполнение с приводом от электродвигателя через клиноременную передачу.

Вентиляторы общего назначения можно применять только при работе на чистом и малозапыленном воздухе. При работе вентиляторов на запыленном воздухе следует принимать пылевые вентиляторы ЦАГИ ВЦП серии Ц6-46.

После окончательного подбора вентилятора нужно выписать в объяснительную записку его К.П.Д, число оборотов, номер, диаметр входного отверстия, размеры выходного отверстия и тип привода. Все эти параметры необходимы для дальнейших расчетов и оформления чертежа монтажной схемы сети. Характеристики вентиляторов ВЦП и их размеры, приведены в литературе [1,2,3,4,5,6].

7. ПОДБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА

Мощность на валу вентилятора находим в кВт по формуле:

$$N_в = \frac{Q_c \cdot H_в}{\eta_в}, \quad (28)$$

где Q_c - расход воздуха, перемещаемого вентилятором в вентиляционной сети, м³/с; $H_в$ - давление, развиваемое вентилятором, Па; η - к.п.д. вентилятора.

Значение мощности на валу вентилятора непригодно для подбора электродвигателя, так как к.п.д. вентилятора не учитывает потерь энергии в подшипниках вентилятора и в передаче.

Мощность электродвигателя для привода вентилятора определяют по формуле:

$$N_э = K \cdot \frac{N_в}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (29)$$

где η_1 - к.п.д. подшипников вентилятора. Можно принять 0,97; η_2 - к.п.д. передачи. Зависит от вида передачи. Наибольшее применение имеет клиноременная передача, для которой $\eta_2 = 0,96$; K - коэффициент запаса. При мощности от 0,5 до 1 кВт. $K=1,3$; от 1 до 2 кВт. $K= 1,2$;

от 2 до 5кВт; $K=1,15$; свыше 5 кВт. = 1,1.

Для вентиляторов 1, 2 и 3-го исполнений коэффициент $K = 1,0$. Если число оборотов вентилятора совпадает с числом оборотов электродвигателя или меньше на 5 ... 10 %, следует принять 3-е исполнение.

При подборе электровентилятора типа ЗВР в I-м исполнении $\eta_1 = 1,0$ и $\eta_2 = 1,0$.

Электродвигатели подбирают по каталогу равной или ближайшей большей мощности. Число оборотов электродвигателя должно соответствовать числу оборотов вентилятора. Рекомендуется принять электродвигатель с числом оборотов большим, а не меньшим, чем у вентилятора, так как быстроходные электродвигатели более экономичны.

Для привода вентиляторов на предприятиях по хранению и переработке зерна применяются закрытые обдуваемые асинхронные электродвигатели типа АС (см. каталог ЦМТИ Министерства электропромышленности № 1131 "Асинхронные электродвигатели" и другую литературу).

В расчетно-пояснительной записке следует указать тип и характеристику выбранного электродвигателя, указать способ привода вентилятора от электродвигателя и исполнение вентилятора.

8. СОСТАВЛЕНИЕ МОНТАЖНОЙ СХЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

Монтажная схема сети является рабочим чертежом, по которому производится изготовление всех деталей воздухопровода и их монтаж. Она вычерчивается на листе 2 формата А1 при курсовом проектировании или на нескольких листах данного формата при дипломном проектировании. Схема должна быть вычерчена в

масштабе 1:10 или 1:20, за исключением прямых участков воздухопроводов, которые можно взять из условия заполнения листа. Основой для составления монтажной схемы может служить расчетная схема воздухопроводов, составленная в соответствии с расположением вентиляционной сети в производственном помещении. Монтажная схема может быть плоскостной или аксонометрической. В обоих случаях на ней должны быть изображены все детали воздухопроводов: прямые воздухопроводы, конфузоры, диффузоры, отводы, тройники, задвижки, фланцы, люки для наблюдения и прочистки воздухопроводов и т.д. Диаметры воздухопроводов и фасонные части вычерчивают в масштабе. Вентилятор и пылеотделитель разрешается показывать на монтажной схеме схематично в габаритных линиях (без подробного изображения). Места соединения воздухопроводов (фланцы) должны быть вычерчены на схеме основными линиями. На прямых участках размещают также отверстия диаметром 25 мм с пробками для измерения давления. Их следует предусмотреть после каждой аспирируемой машины, а также перед и после пылеотделителя и вентилятора. Желательно, чтобы места расположения отверстий для измерения давления были удалены от местных сопротивлений на расстоянии не менее 5 диаметров. Их обозначают на монтажной схеме в виде кружочка диаметром 2-3 мм.

Монтажная схема должна быть снабжена спецификацией, составленной согласно ЕСКД. Для этой цели все детали на чертеже обозначаются номерами, причем одноименные детали, имеющие одинаковые размеры, следует обозначать одним номером. Размеры деталей можно не проставлять на чертеже, а указать в спецификации. Прямой воздухопровод характеризуется длиной и диаметром; отвод - диаметром, радиусом и углом

поворота; тройники - диаметрами входных и выходных отверстий и углом слияния или разделения потоков; диффузор или коллектор - диаметрами входного и выходного отверстия и углом раскрытия, другие детали - соответствующими размерами.

Материалом для изготовления вентиляционных воздуховодов обычно служит тонколистовая оцинкованная сталь ГОСТ 8075-56. Для воздуховодов с диаметром до 300 мм следует брать листовую сталь толщиной 0,5 мм, с диаметром от 300 до 500 мм - сталь толщиной 0,63 мм, с диаметром от 500 до 700 мм - сталь толщиной 0,75 мм, с диаметром выше 700 мм - сталь толщиной 0,82 мм.

Воздуховоды собираются в звенья с помощью фланцевых соединений; звенья соединяются между собой фланцевыми соединениями. Фланцы изготовляют из полосовой стали 25 x 2 мм для воздуховодов диаметром до 300 мм и угловой стали 25 x 4 - для воздуховодов диаметром от 300 до 800 мм. Длина звеньев должна быть не менее 2-х метров.

9. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Согласно заданию спецчасть курсового проекта представляет собой разработку и выполнение рабочего чертежа узла аспирации той или иной машины, установочного чертежа вентилятора или пылеотделителя. Спецчасть выполняется на отдельном листе формата А2 в масштабе 1:5, 1:10 или 1:20 в зависимости от размеров изображаемого узла. Общий вид изображаемого узла выполняется в одной или двух проекциях. При этом аспирируемая машина или изображается в контурных линиях.

На чертеже должны быть указаны габаритные размеры деталей узла. Масштаб должен быть выбран так,

чтобы была заполнена большая часть листа, т.е. было хорошее заполнение листа чертежами. На этом же листе желательно показать аспирируемую машину с узлом аспирации с указанием схемы движения воздуха в машине и узле аспирации.

При выполнении спецчасти проекта рекомендуется пользоваться "Альбомом нормалей аспирационных устройств мельниц, комбикормовых и кукурузообработывавших заводов, который является приложением к "Указаниям по проектированию аспирации мельниц, комбикормовых и кукурузообработывавших заводов". Необходимые материалы имеются и в других литературных источниках. При дипломном проектировании, кроме расчета и проектирования вентиляционных сетей, разрабатывается конструкция деталей и узлов вентиляционного оборудования или проектируют новое оборудование.

Список использованной литературы

1. Панченко А.В., Дзядзио А.М. и др. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий. - М.: Колос, 1974 - 400 с.
2. Веселов С.А. Практикум по вентиляционным установкам: Учеб. пособие для вузов. - 2 изд., переб. и доп.- М.:Колос,1982 - 255 с.
3. Веселов С.А. Проектирование вентиляционных установок предприятий по хранению и переработке зерна. - М.: Колос,1974 - 228 с.
4. Урханов Н.А., Цыдендоржиев Б.Д. Проектирование и монтаж вентиляционных установок на предприятиях системы хлебопродуктов: Учеб. пособие.- Иркутск-Улан-Удэ, Изд-во ИГУ, 1986 - 151 с.:

5. Урханов Н.А. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования вентиляционных установок предприятий системы хлебопродуктов. – Улан-Удэ: Изд-во ВСТИ, 1989 - 35 с.

6. Урханов Н.А., Цыдендоржиев Б.Д., Бужгеев А.С. Проектирование и монтаж вентиляционных и пневмотранспортных установок на предприятиях агропромышленного комплекса: Учеб. пособие.- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005 - 234 с.

7. Володин И.П., Касторных М.Г., Кривошеин А.И. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам.- М.:Колос,1984 - 288с.

8. Альбом нормалей оборудования аспирационных и пневмотранспортных установок. Раздел I. Вентиляторы, трубовоздуховоды и нагнетатели. - М.: Изд-во ГИ Промзернопроект,1993 - 52 с.

9. Альбом нормалей оборудования аспирационных и пневмотранспортных установок. Раздел I. Разное оборудование. - М.: Изд-во ГИ Промзернопроект,1983 - 63 с.

10. Альбом нормалей оборудования аспирационных и пневмотранспортных установок: пылеотделители и разгрузители. Раздел Ш.- М.: Изд-во ГИ Промзернопроект, 1979 - 57 с.

11. Альбом технологических нормалей высокопроизводительности мельничного оборудования. В 3-х ч. Ч.2. - М.: Изд-во ГИ Промзернопроект,1982. - 209 с.

12. Альбом технологических нормалей высокопроизводительного мельничного оборудования. Ч.3. - М.: Изд-во ГИ Промзернопроект, 1982.

13. Указания по проектированию аспирационных установок комбикормовых заводов. - М.: ЦНИИПромзернопроект, 1985 - 223 с.

14. Кулак В.Г., Максимчук Б.М., Чакар А.П.

Мукомольные заводы на комплектном оборудовании. –М.: Колос, 1984 – 254 с.

15. Павлов В.Н. Обеспыливающая вентиляция элеваторов и заводов. - М.: Колос, 1967 - 223 с.

16. Донин А.С. Справочник по вентиляции в пищевой промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1977 – 352 с.

17. Дмитрук Е.А., Володин Н.А. Аспирация комбикормовых заводов. - М.: Колос, 1976 - 175 с.

18. Проценко Г.И., Анфалов В.А. Вентиляционные и пневмотранспортные установки зерноперерабатывающих предприятий. - М.: Изд-во Приор, 2000 - 95 с.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра "Пищевая и аграрная инженерия"

"ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ"
Руководитель проекта
_____/Урханов Н.А./
"__"____ 200__ г.

Проектирование вентиляционной установки
аспирации технологического оборудования
Расчетно-пояснительная записка к курсовому
проекту по дисциплине «Вентиляционные
установки предприятий хлебопродуктов»

(Д.233.553.122.ПВАО.00.000.ПЗ).

Выполнил студент 233 гр. ____/Иванов И.И./

Улан-Удэ 2007

Титульный лист пояснительной работы

1) первая буква Д – вид обучения (Д – дневное, З – заочное);

2) следующие три цифры после буквы – вид обучения: 2 – индекс института ИПИБ; 3 – индекс кафедры ПАИ; 3 – последняя цифра год поступления студента в университет;

3) цифры после точки – год поступления: 55 – индекс дисциплины «Вентиляционные установки предприятий хлебопродуктов» на кафедре ПАИ; 3 – отрасль предприятий хлебопродуктов;

4) цифры после индекса отрасли: 1 – индекс курсового проектирования, а в случае дипломного – 0; 22 – две последние цифры номера зачетной книжки студента;

5) ПВАО – марка разрабатываемого изделия (проекта), проектирование вентиляции и аспирации оборудования;

6) 00.000 – порядковые номера сборочных единиц и деталей в разрабатываемом проекте;

7) ПЗ – пояснительная записка.

Подписано в печать 16.06.2007 г. Формат 60x84 1/16
Усл.п.л. 2,79 Тираж 200 экз. Заказ № 134

Издательство ВСГУ
670013, г.Улан-Удэ, ул.Ключевская, 40, в

© ВСГУ, 2007 г.