

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

С.В. АНТИМОНОВ, С.Ю. СОЛОВЫХ, С.П. ВАСИЛЕВСКАЯ

ВИДЫ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КУРСУ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 38.762.287
А72
УДК 697.92 (07)

Рецензент

доцент кафедры «Технология пищевых производств»
кандидат технических наук П.В. Медведев

Антимонов С.В., Соловых С.Ю., Василевская С.П.
А 72 Виды систем вентиляции и методика расчета воздухообмена в
помещениях: Методические указания по курсу вентиляционные
установки– Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 21 с.

Методические указания предназначены для помощи в ознакомлении с основными понятиями, применяемыми в промышленной вентиляции, обучении различать разнообразные типы вентиляционных систем и овладении методикой расчета воздухообмена в помещениях для студентов специальности 170600 «Машины и аппараты пищевых производств», 270300 «Технология хлеба, макаронных и кондитерских изделий» всех форм обучения.

А 3309000000

© Антимонов С.В.,
Соловых С.Ю.,
Василевская С.П., 2003
© ГОУ ОГУ, 2003

Содержание

Введение.....	4
1 Классификация систем вентиляции.....	4
1.1 По назначению.....	4
1.2 По сфере действия.....	5
1.3 Способу перемещения воздуха.....	7
1.4 Конструктивным особенностям.....	8
2 Задание для выполнения.....	8
3 Определение воздухообмена в помещениях.....	10
3.1 Определение количества воздуха, подаваемого в помещения по СН и П П-33-75*.....	11
3.2 Частные случаи определения воздухообмена в помещении.....	12
3.3 Расчет воздуха обмена при работе вентиляционных (аспирационных) установок.....	13
4 Технологические мероприятия по уменьшению вредных выделений в производственных помещениях.....	14
5 Задание для выполнения.....	15
Список использованных источников.....	16
Приложение А Таблица А.1 – Аспирируемое оборудование ____ цеха.....	17
Приложение Б Таблица Б.1 – Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в помещения системами вентиляции и кондиционирования воздуха.....	21
Приложение В Пример расчета расхода воздуха на аспирацию для удаления тепла.....	
Приложение Г Рисунок Г.1 – $i - d$ -диаграмма.....	

Введение

Цель занятия. Ознакомиться с основными понятиями, применяемыми в промышленной вентиляции, научиться различать различные типы вентиляционных систем и овладеть методикой расчета воздухообмена в помещениях.

1 Классификация систем вентиляции

Избыточное тепло, влага, газы и пыль ухудшают гигиеническое состояние воздуха производственных и жилых помещений. Организуя воздухообмен в помещении при помощи вентиляции, поддерживают параметры воздуха на уровне требований санитарно-гигиенических норм и особенностей технологического процесса.

Системы вентиляции, применяемые в помещениях различного назначения, очень разнообразны. Это вызвано особенностями работы и поставленными задачами, разными видами вредностей, подлежащих удалению, различными условиями их распространения и т.д.

Системы вентиляции можно классифицировать по ряду признаков:

по назначению (приточные и вытяжные);

сфере действия (местные и общеобменные);

способу перемещения воздуха (естественные и механические);

конструктивным особенностям (канальные и бесканальные).

1.1 По назначению

Приточные системы служат для подачи в вентилируемые помещения чистого воздуха, который в необходимых случаях подвергается специальной обработке (очистке, нагреванию, увлажнению и т.д.).

Вытяжные системы предназначены для удаления из помещений загрязненного воздуха. В общем случае в помещении предусматриваются как приточные, так и вытяжные системы. Их производительности должны быть согласованы. Иногда в помещении предусматривается лишь вытяжная или лишь приточная система. В этом случае воздух поступает в данное помещение снаружи или из смежных помещений через специально предусмотренные проемы или соответственно удаляется из данного помещения наружу или в смежные помещения.

1.2 По сфере действия

Местные системы вентиляции обслуживают ограниченные участки помещения. Так, местные вытяжные установки, которые также называют вокализующими, удаляют загрязненный воздух от технологического оборудования или других источников выявления вредностей. Местные приточные системы подают воздух в отдельные точки помещения, например, в рабочие места, на которых нужно создать определенные метеорологические условия. Примером таких систем могут служить воздушные души, падающие воздух на рабочие места у оборудования, выделяющего лучистую теплоту.

Местные системы, как правило, весьма эффективны, однако они не могут решить всех задач в области вентиляции ввиду различного характера выделения вредностей, расположения рабочих мест и т.д. Для осуществления вентиляции в помещении в целом или в значительной его части применяют общеобменные системы как приточные, так и вытяжные.

1.3 Способу перемещения воздуха

Перемещение воздуха в системах вентиляции может осуществляться под действием естественного давления, возникающего вследствие разности температур наружного воздуха и воздуха в помещении, или в результате воздействия на здание ветра, либо совместного действия этих факторов (естественная вентиляция), или под давлением, создаваемым специальной машиной - вентилятором (механическая вентиляция).

Различают неорганизованную и организованную. При неорганизованной естественной вентиляции – **инфильтрации** (загрязненный) отработанный воздух удаляется через окна, щели, неплотности в строительных ограждениях, стенах, неоткрытые окна и двери.

Величину этого воздухообмена расчетом определить нельзя: воздухообмен не регулируется и зависит от разности температур внутреннего и наружного воздуха, скорости ветра, размера щелей, материала ограждений, а также площади открываемых форточек, окон и дверей;

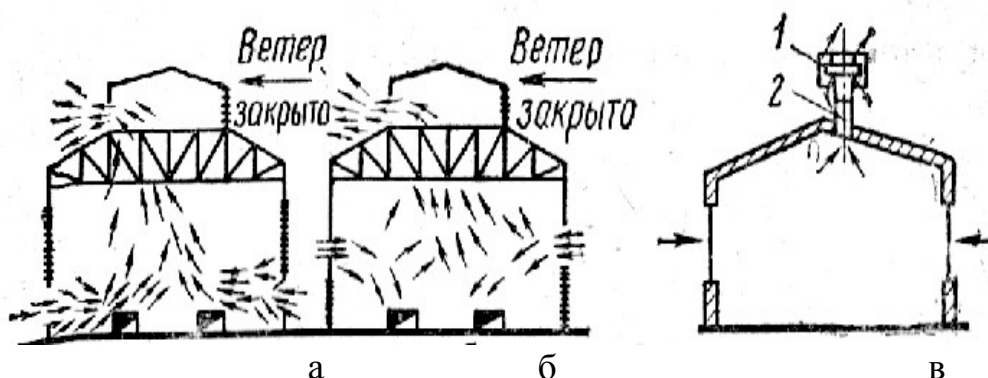
При организованной естественной вентиляции (**аэрации**) воздухообмен в помещении происходит через створки фрамуг, каналы, вытяжные трубы и насадки (рисунок 1). Естественная вентиляция широко распространена на промышленных предприятиях. При аэрации воздух поступает в помещение и удаляется из него через специальные отверстия, расположенные с наветренной и подветренной сторон здания на различной высоте. В теплое время года открывают нижние отверстия на высоте 0,3...1,2 м от пола (рисунок 1, а), а в холодное - верхние отверстия на высоте не ниже 4 м от пола (рисунок 1, б), чтобы холодный воздух успел, подогреться, прежде чем достигнет рабочих мест. При аэрации обеспечивается возможность расчета и регулирования воздухообмена в помещении.

Для эффективного использования силы ветра при естественной организованной вентиляции используют специальные дефлекторы (рисунок 1, в). Под действием силы ветра в патрубке дефлектора образуется разрежение.

Воздух из помещения - через канал идет вверх к патрубку, а оттуда через дефлектор наружу. Чем больше сила ветра, тем больше разрежение, а следовательно, производительнее работает дефлектор.

Дефлектор устанавливают на наиболее высоких участках кровли (выше конька), чтобы вблизи не было возвышающихся конструкций зданий, которые ослабляют воздушный поток, и около дефлектора может образоваться повышенное давление. В этом случае дефлектор будет не удалять загрязненный воздух из помещения, а нагнетать его из атмосферы.

Аэрацию рекомендуется применять в помещениях с большими тепловыделениями, так как удаление их при помощи механической вентиляции (с применением вентиляторов) требует огромных объемов воздуха, а, следовательно, больших эксплуатационных затрат.



а - через специальные отверстия в теплое время года; б - через специальные отверстия в холодное время года; в - с использованием дефлекторов ЦАГИ; 1 – дефлектор; 2 - шахта (вытяжная труба)

Рисунок 1 – Организованная естественная вентиляция помещения

Системы естественной вентиляции проще, дешевле, однако зависимость работы этих систем от действия переменных факторов (температуре воздуха, направление и скорость ветра, небольшое располагаемое давление) не позволяет решить с их помощью все сложные и многообразные задачи в области вентиляции помещений, особенно производственных.

Необходимо отметить, что при естественной вентиляции поступающий в помещения воздух не подвергается предварительному нагреванию или охлаждению, увлажнению или осушке, очистке от пыли или вредных газов; удаляемый из помещения воздух не очищается.

Для работы систем механической вентиляции необходима затрата электрической энергии, в них применяется более сложное и дорогостоящее оборудование (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, пылеуловители и др.). Эти системы могут подавать или удалять воздух из заданных точек в требуемом количестве независимо от изменяющихся условий окружающей воздушной среды, воздух, может быть, подвергнут различным видам обработки (очистке, нагреванию, увлажнению и т.д.).

1.4 Конструктивным особенностям

Система вентиляции имеет разветвленную сеть каналов для перемещения воздуха, либо каналы отсутствуют, например, при установке вентилятора в стене, в перекрытии и т.д.

Таким образом, любую систему вентиляции можно охарактеризовать по четырем признакам: по назначению, сфере действия, способу побуждения, конструктивным особенностям.

Рассмотрим основные типы вентиляции изображенные на рисунке 2.

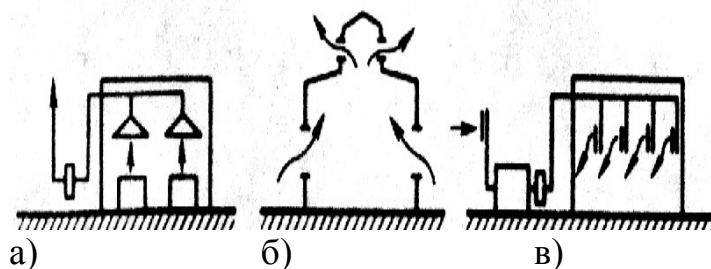


Рисунок 2 – Схемы основных типов вентиляционных систем

Отражены основные типы:

- система вытяжная, местная, механическая, канальная (удаление выделяющихся вредностей от технологического оборудования) – локализирующая вентиляция (рисунок 2, а);
- система приточная (или вытяжная), общеобменная, естественная, бесканальная (аэрация, приток воздуха через открывающиеся фрамуги окон) (удаление – через фонарь) (рисунок 2, б);
- система приточная, общеобменная, механическая, канальная (рисунок 2, в).

В промышленных зданиях, где выделяются разнородные вредности (тепло, влага, газы, пары, пыль) и выделение их происходит в весьма различных условиях (сосредоточенно, рассредоточение, на различных уровнях), часто нельзя обойтись какой-либо одной системой, например местной или общеобменной.

В производственных помещениях для удаления воздуха от локальных источников служат системы местной вытяжной вентиляции; для подачи воздуха на рабочие места с особыми условиями, например, у источников лучистого тепла, применяют местные приточные системы (воздушные души) в этих же помещениях для удаления вредностей, которые не могут быть локализованы и поступают в воздух помещения, применяют общеобменные вытяжные системы; для подачи воздуха в помещение с его равномерным распределением служат приточные общеобменные системы.

2 Задание для выполнения

1. Получить у преподавателя задание определенного вида промышленного производства, проанализировать его с точки зрения воздействия на атмосферу с указанием основных загрязнителей воздуха в производственных помещениях данного производства и окружающей атмосфере.
2. Перечислить применяемые в данном производстве типы систем вентиляции и проанализировать их эффективность.
3. Разработать схему основных источников выделения с предложением того или иного типа вентиляционной системы.

3 Определение воздухообмена в помещениях

Обычно в производственных помещениях происходит одновременное выделение нескольких видов вредностей (тепла, газов, паров). В общем случае необходимо определить воздухообмен по каждой вредности в отдельности, а затем в качестве расчетного значения воздухообмена принять наибольшее из полученных значений. Исключение составляют вещества одностороннего действия. К ним относятся растворители (бензол, толуол, ксилол и др.).

Расчетный воздухообмен, необходимый для удаления этих веществ при их одновременном выделении, получают путем суммирования воздухообменов, рассчитанных по каждому веществу.

3.1 Определение количества воздуха, подаваемого в помещения по СН и П П-33-75*

В качестве расчетного количества воздуха, подаваемого в помещения для обеспечения требуемых условий воздушной среды, принимают большую из величин Q_1 и Q_4 , полученных из расчета по формулам (3.1)-(3.4).

Расчет выполняют отдельно для теплого, переходного и холодного периодов года. Плотность воздуха принята $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

При расчете по избыткам явного тепла

$$Q_1 = Q_{p.з} + \frac{3,6W_{я} - 1,2Q_{p.з} (t_{p.з} - t_n)}{1,2(t_{yx} - t_n)}, \quad (3.1)$$

при расчете по избыткам влаги

$$Q_2 = Q_{p.з} + \frac{W - 1,2Q_{p.з} (d_{p.з} - d_n)}{1,2(d_{yx} - d_n)}, \quad (3.2)$$

при расчете по избыткам полного тепла

$$Q_3 = Q_{p.3} + \frac{3,6 - 1,2 Q_{p.3} (I_{p.3} - I_n)}{1,2(I_{yx} - I_n)}, \quad (3.3)$$

при расчете по количеству выделяющихся вредных веществ

$$Q_1 = Q_{p.3} + \frac{C - 1,2 Q_{p.3} (c_{p.3} - c_n)}{c_{yx} - c_n}, \quad (3.4)$$

где $Q_{p.3}$ - количество воздуха, удаляемого из рабочей зоны местными отсосами, общеобменной вентиляцией, на технологические и другие нужды, м³/ч;

$W_{я}$ - избыточный тепловой поток соответственно явного и полного тепла в помещении, Вт;

$t_{p.3}$ - температура воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения местными отсосами, общеобменной вентиляцией, на технологические или другие нужды, °С;

t_{yx} - температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами рабочей зоны, °С;

t_n - температуре воздуха, подаваемого в помещение, °С;

W - избытки влаги в помещении, г/ч;

$d_{p.3}$ - влагосодержание воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения местными отсосами, общеобменной вентиляцией, на технологические или другие нужды, г/кг;

d_{yx} - влагосодержание воздуха, удаляемого за пределами рабочей зоны, г/кг;

d_n - влагосодержание воздуха, подаваемого в помещение, г/кг;

$I_{p.3}$ - теплосодержание воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения местными отсосами, общеобменной вентиляцией, на технологические или другие нужды, кДж/кг;

I_{yx} - теплосодержание воздуха, удаляемого из помещения за пределами рабочей зоны, кДж/кг;

I_n - теплосодержание воздуха, подаваемого в помещение, кДж/кг;

C - количество вредных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;

$C_{p.3}$ - концентрация вредных веществ в воздухе, удаляемом соответственно из рабочей зоны местными отсосами, общеобменной вентиляцией, на технологические или на другие нужды, мг/м³;

C_{yx} - концентрация вредных веществ в воздухе, удаляемом из помещения за пределами рабочей зоны, мг/м³;

C_n - концентрация вредных веществ в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м³.

Если в воздухе помещения имеются пары и газы, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, необходимо выполнить проверочный расчет воздухообмена, с тем чтобы концентрации этих газов и паров в воздухе помещений не превышали 5 % нижнего предела взрываемости при параметрах наружного воздуха, принятого в расчете системы.

3.2 Частные случаи определения воздухообмена в помещении

Воздухообмен Q (в м³/ч), необходимый для удаления из помещения паров и газов, определяют по формуле

$$Q = \frac{C}{(c_2 - c_1)}, \quad (3.5)$$

где C - количество газа или пара, выделяющееся в помещении, мг/ч;

c_2 - концентрация данного газа в удаляемом воздухе, мг/м³ (если удаление воздуха производится из рабочей зоны); $c_2 = \text{ПДК}$;

c_1 - концентрация данного газа в приточном воздухе, мг/м³ (если в приточном воздухе данный газ не содержится, то $c_1 = 0$; допускается содержание вредных веществ в приточном воздухе не более 30% ПДК).

Воздухообмен Q (в м³/ч) из условий удаления из помещения явного тепла вычисляют по формуле

$$G = \frac{3,6Q_{изб}}{c(t_{yx} - t_n)}, \quad (3.6)$$

где $Q_{изб}$ - избыток явного тепла, удаляемого вентиляцией, Вт;

c - удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 1,00 кДж/(кг К);

t_{yx} - температура воздуха уходящего из помещения;

t_n - температура приточного воздуха.

Объем вводимого воздуха (м³/ч) можно определить в зависимости от величины избытка тепла, плотности, теплоемкости и температуры удаляемого и вводимого воздуха по формуле

$$Q_{в.в} = \frac{W}{\rho_{в.в} c(t_{yв} - t_{в.в})}, \quad (3.7)$$

где W - избыток явного тепла, удаляемого вентиляцией, Вт;

c - удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг град);

$t_{yв}$ - температура удаляемого из помещения воздуха;

$t_{в.в}$ - температура вводимого в помещение воздуха.

Объем вводимого воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$) может быть определен в зависимости от величины поперечного сечения проемов и скорости воздуха в проемах

$$Q_{в.в} = 3600 F v \mu, \quad (3.8)$$

где F - площадь проемов, м^2 ;

v - скорость воздуха в проеме, м/с ;

μ - коэффициент расхода (при створках открытых полностью, он равен 0,65, открытых на угол 45° - 0,44 и на угол 30° - 0,32).

Скорость воздуха в проеме можно определить по следующей формуле

$$v = \sqrt{\frac{2 g h (\rho_{в.в} - \rho_{в.н})}{\rho}}, \quad (3.9)$$

где h - высота между серединами верхних и нижних отверстий, м ;

$\rho_{в.в}$ - плотность вводимого воздуха, кг/м^3 ;

$\rho_{в.н}$ - плотность наружного воздуха, кг/м^3 .

Из уравнения (3.8) можно вычислить площадь проемов, м^2

$$F = \frac{Q_{в.в}}{3600 v \mu}, \quad (3.10)$$

3.3 Расчет воздуха обмена при работе вентиляционных (аспирационных) установок

Для создания нормального воздухообмена и предотвращения образования вакуума в помещениях цеха при работе вентиляционных установок.

Вначале по формуле (3.11) рассчитывают, какой будет воздухообмен в цехе, если спроектировать один тип вентиляционных сетей с выбросом очищенного воздуха в атмосферу

$$i = \frac{Q_{общ}}{V_n}, \quad (3.11)$$

где $Q_{общ}$ - общий расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ (принимают по приложению Б);

V_n - внутренний объем всех рабочих помещений цеха, м^3 , подсчитывают по внутренним габаритным размерам здания из чертежей общего вида цеха.

Обычно $V_n = a b \sum h$ (где a - длина, b - ширина, h - высота этажей рабочих помещений цеха). При наличии чердаков или соединительных галерей их объемы прибавляют к объему рабочих помещений цеха.

В тех случаях, когда отдельные этажи рабочих помещений не сообщаются проемами и изолированы друг от друга, то воздухообмен рассчитывают отдельно для каждого изолированного помещения цеха.

Если воздухообмен, рассчитанный по формуле (3.11), не больше допустимого (например, 1-1,5 обмена в час), то проектируют один тип вентиляционных сетей с выбросом очищенного воздуха в атмосферу. Если получают воздухообмен больше допустимого, проектируют два или три типа сетей: первый тип с выбросом в атмосферу;

второй - с организованным подводом или замкнутым циклом;

третий - с рециркуляцией через всасывающий фильтр и мокрый - пылеуловитель или с кондиционированием или применяют приточные камеры.

Количество воздуха, которое проектируют на первый тип сетей с выбросом в атмосферу (в м³/ч), подсчитывают по формуле

$$Q_{выб} = i_n V_n, \quad (3.12)$$

где i_n - нормально допустимый воздухообмен в рабочих помещениях.

Количество воздуха (в м³/ч), которое необходимо проектировать на другие типы сетей, определяют по формуле

$$Q_p = Q_{общ} - i_n V_n, \quad (3.13)$$

4 Технологические мероприятия по уменьшению вредных выделений в производственных помещениях

К устройству вентиляции в производственных помещениях прибегают вследствие несовершенства технологии производства и технологического оборудования: отсутствия или неэффективности укрытий оборудования, недостаточной эффективности тепловой изоляции, наличия неплотностей в коммуникациях, в результате чего в воздух производственных помещений поступают пыль, пары, газы, тепло.

Таким образом, совершенствование технологии приводит к уменьшению выделения вредностей и изменению функции вентиляции. При отсутствии или

незначительности вредных выделений на долю вентиляционных систем приходится лишь поддержание оптимального микроклимата в производственных помещениях, т.е. такого сочетания температуры, относительной влажности и подвижности воздуха, при котором обеспечиваются наилучшее самочувствие, наибольшая работоспособность человека.

На всех производствах имеются большие возможности для совершенствования технологического процесса с целью уменьшения выделения вредностей в окружающую среду. При проектировании предприятий и отдельных цехов предпочтение следует отдавать таким технологическим процессам и видам оборудования, при которых происходят наименьшие выделения вредностей в окружающую среду. Все виды оборудования, в которых осуществляются процессы, связанные с образованием вредных веществ и выделением их в воздух помещения, должны быть укрыты и снабжены встроенными местными отсосами. В указанном оборудовании должно поддерживаться разложение, благодаря которому исключается или значительно уменьшается выделение вредных веществ в окружающую среду.

Во многих производствах может быть применен замкнутый воздушный цикл - вентиляционно-технологическая схема, при которой воздух, содержащий вредности, не выбрасывается в окружающую среду после очистки, а вновь поступает в аппарат или другое оборудование. Большую роль может сыграть устройство в производственных помещениях, где имеются значительные выделения пыли от технологического оборудования, систем централизованной вакуумной пылеуборки. В таких помещениях неизбежны значительные отложения пыли на строительных конструкциях, технологическом оборудовании, строительных коммуникациях. Осевшая пыль является источником вторичного пылеобразования, кроме того, в помещениях, учитывая свойства пыли того или иного типа производства, при определенных условиях может создаться пожаро- и взрывоопасная ситуация. Регулярная уборка пыли с помощью вакуумной системы, проводимая как технологическое мероприятие, может предотвратить упомянутые неблагоприятные явления /1/.

На многих промышленных предприятиях значительная часть оборудования имеет высокую температуру поверхности и, следовательно, является источником выделения тепла. Для уменьшения тепловыделений необходимо изолировать указанные поверхности. Должна быть применена эффективная изоляция, при которой объем и масса теплоизоляционного слоя невелики.

5 Задание для выполнения

Рассчитать воздухообмен в помещения предложенных производств, (задание п. 1) согласно СНиП II-33-75* и методики для частных случаев.

Список использованных источников

- 1 Вайсман М.Р., Грубиян И.Я. Вентиляционные и пневмотранспортные установки. Изд. 2-е переработанное и дополненное. – М.: Колос, 1977. – С. 7-10.
- 2 Веселов С.А. Практикум по вентиляционным установкам. Изд. 2-е переработанное и дополненное. – М.: Колос, 1982. – С. 140-141.
- 3 Штокман Е.А., Шилов В.А., Богуславский Е.И. Вентиляция на предприятиях масложировой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – С.16-23.

Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 Аспирируемое оборудование цеха

№, пп.	Тип, марка или производительность оборудования	Количество	Этаж установки	Расход воздуха м ³ /ч		Потери давления в машине, Па	Цель аспирации	Примечания
				На одну машину	На все машины			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
...		$K Q_{общ} = \sum Q_m = K$						
	Итого общий расход воздуха по цеху							

Приложение Б (обязательное)

Таблица Б.1 – Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в помещения системами вентиляции и кондиционирования воздуха

Объем помещения (участка, зоны), приходящейся на 1 человека, м ³	Количество наружного воздуха на 1 человека (в м ³ /ч) и кратность воздухообмена		Примечания
	при естественном проветривании помещения	без естественного проветривания помещения	
Менее 20	30	-	-
20 и более	20	60, но не менее однократного обмена в помещении в час	При системах, подающих только наружный воздух, и при системах, работающих с циркуляцией, если последние обеспечивают воздухообмен кратностью 10 и более воздухообменов в час
Любой	-		

Приложение В (справочное)

Пример расчета расхода воздуха на аспирацию для удаления тепла

Расчет расхода воздуха в теплый период года.

Расчет расхода воздуха при аспирации оборудования для удаления тепла для охлаждения рабочих органов и перерабатываемых продуктов рассчитывают по формуле

$$Q = \frac{\alpha I}{\rho(i_2 - i_1)}, \quad (\text{В-1})$$

где α - коэффициент, показывающий какая часть общего количества тепла должна удаляться воздухом при аспирации (находят из теплового баланса);

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

i_1 и i_2 – первоначальное и конечное теплосодержание воздуха при входе и выходе из машины, кДж/кг (находят по i - d -диаграмме по температуре и влажности).

Для вальцовых станков принимают $\alpha=0,31$ (0,29...0,34), для последних размольных и вымольных систем коэффициент будет больше 0,31, что требует специальных исследований.

Температуру конечного воздуха принимают меньше допустимой из условий перегрева и порчи перерабатываемых продуктов. Например, на вальцовых станках температуру принимают меньше +40 °С из условия сохранения качества клейковины. Конечная относительная влажность воздуха может быть равна первоначальной или изменяться в зависимости от влажности перерабатываемой продукта.

Тепло, удаляемое при аспирации оборудования, может быть использовано для отопления рабочих помещений. Для этого проектируют вентиляционные установки с рециркуляцией.

Количество тепла, которое может быть использовано при рециркуляции для отопления I_0 (кДж/кг), рассчитывают по формуле

$$I_0 = 3600 \alpha_0 N_0,$$

где α - коэффициент, показывающий, какая часть общего количества тепла используется на отопление в сетях с рециркуляцией воздуха; так, например, при рециркуляции всего воздуха машин размольного отделения мукомольных заводов $\alpha_0=0,73$;

N_0 – общая мощность (кВт), потребляемая для машин, воздух которых используется в сетях с рециркуляцией.

Рассчитать расход воздуха для аспирации вальцового станка 3М с вальцами 1000x250 мм, установленного на III драной системе, из условий удаления тепла.

Определяем количество тепла, выделяемого при работе одной парой вальцов

$$I = 3600 \cdot N = 3600 \cdot 20,7 = 74520 \text{ кДж/ч},$$

где N — мощность, потребная для пары вальцов III драной системы ($N=20,7$ кВт).

Первоначальное теплосодержание воздуха при входе в станок находим из приложения Г, принимая температуру воздуха в помещении $t_1 = +20^\circ\text{C}$, относительную влажность $\varphi_1=80\%$, $i_1=50,23$ кДж/кг. Конечное теплосодержание при выходе из станка определяем при $t_2 = +30^\circ\text{C}$, $\varphi_2=80\%$, $i_2=85,84$ кДж/кг.

Так как теплосодержание определено на 1 кг сухого воздуха, то плотность вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{98100}{287 \cdot 303} = 1,127 \text{ кг/м}^3.$$

Подставляя полученные значения в формулу (В-1) при максимальном коэффициенте $\alpha=0,34$, получаем

$$Q_{pz} = \frac{\alpha I}{\rho(i_2 - i_1)} = \frac{0,34 \cdot 74520}{1,127(85,84 - 50,23)} = 631 \text{ м}^3/\text{ч};$$

По избытку явного тепла

$$Q_1 = Q_{p.z.} + \frac{3,6W_{\text{я}} - 1,2Q_{p.z.}(t_{p.z.} - t_{\text{п}})}{1,2(t_{\text{yx}} - t_{\text{п}})};$$

$$t_{\text{yx}}^0 = 30^\circ\text{C}; \varphi_{\text{yx}} = 80\%; t_{\text{п}}^0 = 16^\circ\text{C};$$

$W_{\text{я}}$ – принимается согласно справочной литературе,

$$Q_1 = 631 + \frac{3,6 \cdot 10 - 1,2 \cdot 631 \cdot (20 - 16)}{1,2(30 - 16)} = 452,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По избытку влаги

$$Q_2 = Q_{p.з.} + \frac{W - 1,2Q_{p.з.}(d_{p.з.} - d_{п.})}{1,2(d_{yx} - d_{п.})};$$

$$W = 8,38 \text{ Г/ч}; d_{yx}=87,92 \text{ Г/М}^3; d_{p.з.}=50,23 \text{ Г/М}^3; d_{yx}=37,68 \text{ Г/М}^3;$$

$$Q_2 = 631 + \frac{8,38 - 1,2 \cdot 631(50,23 - 37,68)}{1,2(87,92 - 37,68)} = 473,5 \text{ М}^3/\text{ч}.$$

По избыткам полного тепла

$$Q_3 = Q_{p.з.} + \frac{3,6 - 1,2Q_{p.з.}(i_{p.з.} - i_{п.})}{1,2(i_{yx} - i_{п.})};$$

$$i_{yx} = 1,01 \cdot 30 + (2493 + 1,97 \cdot 30) \frac{87,93}{1000} = 254,68 \text{ кДж/кг};$$

$$i_n = 1,01 \cdot 18 + (2493 + 1,97 \cdot 18) \frac{37,62}{1000} = 113,3 \text{ кДж/кг};$$

$$i_{p.з.}=147,484 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_3 = 631 + \frac{3,6 - 1,2 \cdot 631(147,4 - 113,3)}{1,2(254,68 - 113,3)} = 478 \text{ кДж/кг}.$$

Расчет расхода воздуха для холодного периода года.

$$t_{п.}=-25^{\circ}\text{C}, \varphi_{п.}=55 \%, d_{п.}=-20,93 \text{ Г/М}^3.$$

При расчете по избыткам явного тепла:

$$Q_1 = Q_{p.з.} + \frac{3,6W - 1,2Q_{p.з.}(t_{p.з.} - t_{п.})}{1,2(t_{yx} - t_{п.})};$$

$$Q_1 = 631 + \frac{3,6 \cdot 10 - 1,2 \cdot 631 \cdot (20 + 25)}{1,2(30 + 25)} = 115,27 \text{ М}^3/\text{ч}.$$

При расчете по избыткам влаги

$$Q_2 = Q_{p.з.} + \frac{W - 1,2Q_{p.з.}(d_{p.з.} - d_{п.})}{1,2(d_{yx} - d_{п.})};$$

$$Q_2 = 631 + \frac{8,38 - 1,2 \cdot 631(50,23 + 20,93)}{1,2(87,926 + 20,93)} = 218,53 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При расчете по избыткам полного тепла

$$Q_3 = Q_{\text{р.з.}} + \frac{3,6 - 1,2Q_{\text{р.з.}}(i_{\text{р.з.}} - i_{\text{п}})}{1,2(i_{\text{yx}} - i_{\text{п}})};$$

$$i_{\text{п}} = 1,01 \cdot (-25) + (2493 + 1,97 \cdot (-25)) \frac{-20,93}{1000} = 126,678 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_3 = 631 + \frac{3,6 - 1,2 \cdot 631(147,4 - 126,678)}{1,2(254,68 - 126,678)} = 174,51 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В результате расчета воздухообмена станка вальцевого (ЗМ) в теплый и холодный периоды года получили:

а) в теплый период года для вентиляции станка согласно СНиП II-33-75 воздухообмен составил 452,8 м³/ч.

б) в холодный период года для вентиляции станка согласно СНиП II-33-75 воздухообмен составил 115,27 м³/ч.

Организуя воздухообмен с такими параметрами, параметры воздуха поддерживаются на уровне требований санитарно-гигиенических норм и особенностей технологического процесса. По результатам расчета избыточное тепло, влага, газы были удалены.

Приложение Г (справочное)

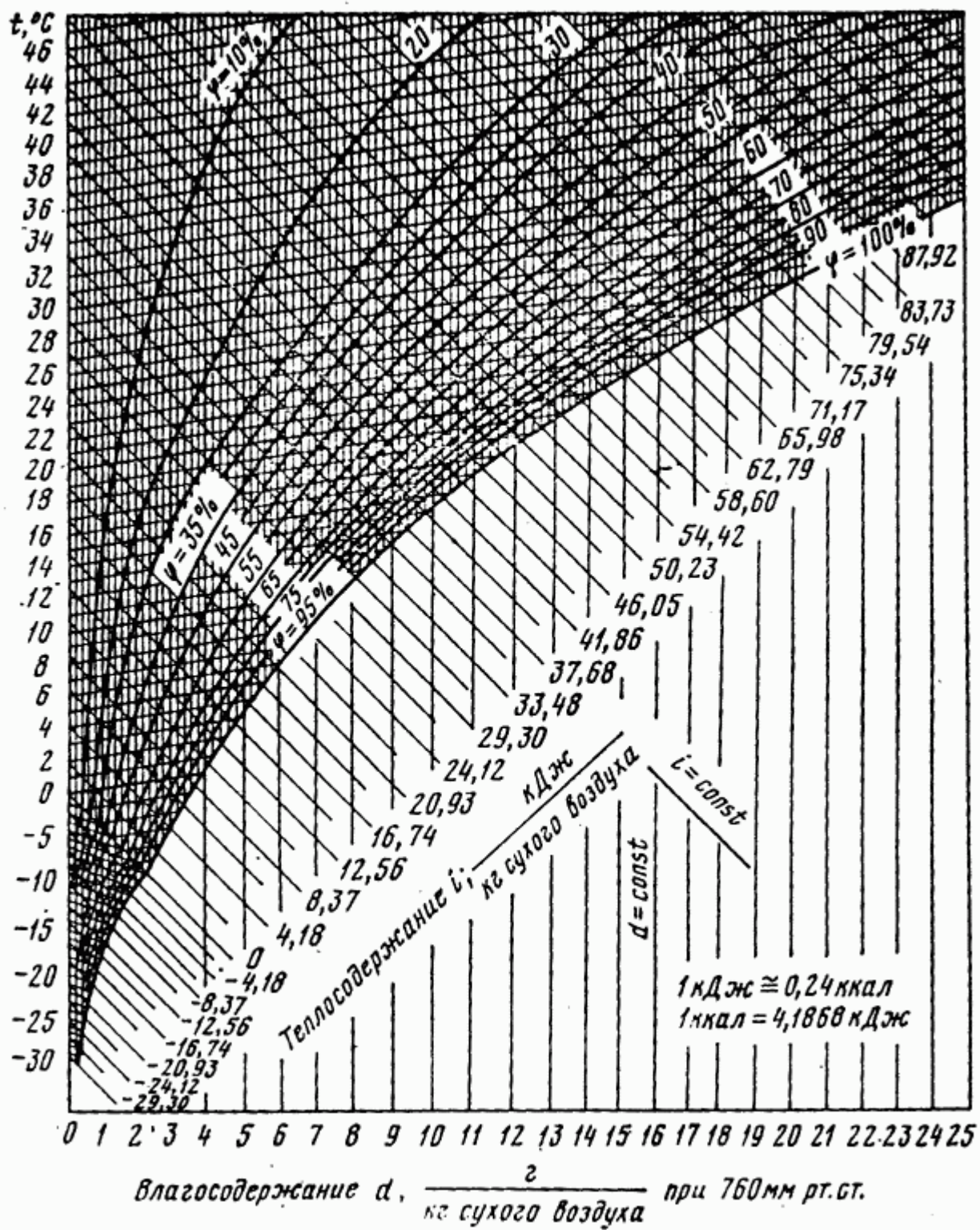


Рисунок Г.1 – $i-d$ -диаграмма