

Практическое занятие по дисциплине «БЖД»

Тема занятия:

«Способы организации вентиляции и кондиционирования для создания благоприятных микроклиматических условий на рабочих местах, определение требуемой производительности»

Время: 2 часа.

Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности.

1. Промышленная вентиляция и кондиционирование.

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция.

Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения грязного воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции.

Система вентиляции, в которой осуществляется перемещение воздушных масс благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется естественной вентиляцией.

Вентиляция, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с использованием для этого специальных механических побудителей, называется механической вентиляцией.

Механическая вентиляция по сравнению с естественной вентиляцией имеет ряд преимуществ:

- большой радиус действия вследствие значительного давления, создаваемого вентилятором;
- возможность изменять или сохранять необходимый воздухообмен независимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра;
- подвергать вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или увлажнению, подогреву или охлаждению;
- организовывать оптимальное воздухораспределение с подачей воздуха непосредственно к рабочим местам;
- улавливать вредные выделения непосредственно в местах их образования и предотвращать их распространение по всему помещению;
- очищать загрязненный воздух перед выбросом его в атмосферу.

К недостаткам механической вентиляции следует отнести значительную стоимость сооружения и эксплуатации ее и необходимость проведения мероприятий по борьбе с шумом.

Системы механической вентиляции подразделяются на общеобменные, местные, смешанные, аварийные и системы кондиционирования.

Общеобменная вентиляция предназначена для ассимиляции избыточной теплоты, влаги и вредных веществ во всем объеме рабочей зоны помещений.

Она применяется в том случае, если вредные выделения поступают непосредственно в воздух помещения, рабочие места не фиксированы, а располагаются по всему помещению.

По способу подачи и удаления воздуха различают четыре схемы общеобменной вентиляции:

- приточная;
- вытяжная;
- приточно-вытяжная;
- система с рециркуляцией.

Расчет требуемого воздухообмена при общеобменной вентиляции производят, исходя из условий производства и наличия избыточной теплоты, влаги и вредных веществ.

Для качественной оценки эффективности воздухообмена применяют понятие кратности воздухообмена K_v - отношение количества воздуха, поступающего в помещение в единицу времени $L(\text{м}^3/\text{ч})$, к объему вентилируемого помещения $V_n(\text{м}^3)$. При правильно организованной вентиляции кратность воздухообмена должна быть значительно больше единицы:

$$\boxed{K_v = \frac{L}{V_n}}, \text{ где } K_v \gg 1 \quad (1.1)$$

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных выделений количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работающего.

Отсутствие вредных выделений – это такое их количество в технологическом оборудовании, при одновременном выделении которых в воздухе помещения концентрация вредных веществ не превысит предельно допустимую.

В производственных помещениях с объемом воздуха на одного работающего (V_n):

1. $V_n < 20 \text{ м}^3$ расход воздуха на 1 работающего (L_1)
 $L_1 \geq 30 \text{ м}^3/\text{ч}$
2. $V_n = 20 \div 40 \text{ м}^3$ расход воздуха на 1 работающего (L_1)
 $L_1 \geq 20 \text{ м}^3/\text{ч}$
3. $V_n > 40 \text{ м}^3$ и при наличии естественной вентиляции воздухообмен не рассчитывают. В случае отсутствия естественной вентиляции (герметичные кабины) расход воздуха на одного работающего должен составлять не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$

Смешанная система вентиляции является сочетанием местной и общеобменной вентиляции. Местная система удаляет вредные вещества из кожухов

и укрытий машин. Однако часть вредных веществ через неплотности укрытий проникают в помещение. Эта часть удаляется общеобменной вентиляцией.

Аварийная вентиляция предусматривается в тех производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление в воздух большого количества вредных или взрывоопасных веществ. Производительность аварийной вентиляции принимается такой, чтобы она вместе с основной вентиляцией обеспечивала в помещении не менее восьми воздухообменов за 1 час. Система аварийной вентиляции должна включаться автоматически при достижении ПДК вредных выделений или при остановке одной из систем общеобменной или местной вентиляции. Выброс воздуха аварийных систем должен осуществляться с учетом возможности максимального рассеивания вредных и взрывоопасных веществ в атмосфере.

2. Расчёт систем вентиляции (общеобменной)

Расчет ведется в соответствии с СНиП 41-01-2903 и МТСН 3.01.01.

Для определения требуемого расхода воздуха нам нужно рассчитать два значения воздухообмена по количеству людей и по кратности (этот параметр показывает, сколько раз в течение часа в помещении происходит полная смена воздуха) и, после чего выбрать большее из этих двух значений

1) Расчет воздухообмена по количеству людей:

$$L_p = N * L_{norm} \quad (м^3/ч) \quad (1.2)$$

Где: L_p - требуемая производительность приточной вентиляции $м^3/ч$

N - количество людей

L_{norm} – норма расхода воздуха на одного человека:

- в состоянии покоя $30 м^3/ч$;
- типовое значение (по СНиП) – $м^3/ч$;

2) Расчет воздухообмена по кратности:

$$L_{кр} = n * S * H \quad (м^3/ч) \quad (1.3)$$

Где: $L_{кр}$ – требуемая производительность приточной вентиляции, $м^3/ч$

n – нормируемая кратность воздухообмена:

- для жилых помещений – от 1 до 2;
- для офисов – от 2 до 3;
- для производственных
 - столярный цех – 2

- станочный цех – 2÷3
- сварочный цех 4÷6

S – площадь помещения, м²;

H – высота помещения, м.

Пример 1.

Определить необходимую производительность вентиляторов в цехе механообработки машиностроительного завода. Площадь помещения 120 м², высота 4,5 м. Кратность воздухообмена n=3. Число работающих – 12 человек.

Решение

1. Определяем производительность вентиляторов по количеству людей в цехе (L_p): $L_p = N \cdot L_H = 12 \cdot 60 = 720 \text{ м}^3 / \text{ч}$
2. Определяем производительность вентиляторов в цехе по кратности воздухообмена ($L_{\text{вд}}$): $L_{\text{вд}} = n \cdot S \cdot H = 3 \cdot 120 \cdot 4,5 = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}$
3. Находим производительность (L) (окончательную) вентиляторов в цехе исходя из сравнения найденных выше значений (выбираем max):

$$L = \max \begin{cases} L_p = 720 \text{ м}^3 / \text{ч}; \\ L_{\text{вд}} = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}; \end{cases}$$

Ответ: $L = L_{\text{вд}} = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}$

Если вентиляция предназначена для удаления из помещения пыли или газов, её производительность рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0} ; \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (1.4)$$

Где: P – количество пыли (газов), выделяющихся в помещении, мг/ч

P_1 - допускаемое количество пыли (газов) в помещении, мг/м³

P_0 - содержание пыли (газов) в наружном воздухе, мг/м³

Пример 2.

В литейном цехе (12×8×6 м) авторемонтного завода при разливке жидкого чугуна в 1 ч выделяется 80 г окиси углерода. Рассчитать производительность вентиляторов, необходимую для поддержания в цехе атмосферы с нормальной концентрацией окиси углерода.

Решение:

1. Определим концентрацию окиси углерода в цехе при неработающей вентиляции:

$$P_{\text{ср.}} = \frac{P}{V} = \frac{80000}{12 \cdot 8 \cdot 6} = 138 \text{ мг/м}^3$$

Где: P – количество выделяющейся за 1 г окиси углерода при разливке чугуна, мг. V – объем цеха, м^3 .

2. Находим необходимую кратность воздухообмена (n), если известно, что допустимая концентрация окиси углерода в литейных цехах по сан. нормам равна 20 мг/м^3 :

$$n = \frac{P_{\text{ср.}}}{P_{\text{норм.}}} = \frac{138}{20} = 6,9$$

3. Определяем производительность вентилятора в литейном цехе (L):

$$L = n \cdot V = 6,9 \times 12 \times 8 \times 6 = 3974 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: $L = 3974 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчет местной вытяжной вентиляции

Основным направлением защиты человека от воздействия химических факторов, действующих через воздушную среду на производстве и в жилой среде, является уменьшение выделения вредных веществ в источнике. Это может достигаться путем использования технологий с меньшим выделением вредных паров, газов и аэрозолей. Однако, уменьшение пылегазовыделения в источнике не всегда достижимо, поэтому защита воздушной среды осуществляется за счет использования специальных методов и средств. К ним относится герметизация высокоопасных технологических процессов, местная и общеместная вентиляция, очистка вентиляционного воздуха и технологических газов перед выбросом в атмосферу. При низких концентрациях вредных веществ в отработанном воздухе и незначительных его расходах используется рассеивание выбросов в атмосфере, однако, этот метод не является экологичным. Защита человека временем и расстоянием может обеспечить безопасность в производственных условиях, но неприемлема в жилой среде. Таким образом, основными способами защиты воздушной среды являются местная вентиляция и очистка вентиляционного воздуха и технологических газов от вредных паров, газов и аэрозолей. В настоящее время разработано большое число разновидностей местной вытяжной вентиляции и аппаратов по очистке воздуха от вредных примесей. Местная вытяжная вентиляция является наиболее эффективным средством защиты воздуха рабочей зоны и производственных помещений, так как она локализует источники выделения вредных веществ и предотвращает попадание этих веществ в воздух помещений. Кроме того, локализация вредных веществ создает необходимые условия улавливания вредных примесей с помощью специальных аппаратов и установок. В итоге снижается объем очищаемого воздуха по сравнению общеобменной вентиляцией, возрастают концентрации вредных веществ в очищаемом воздухе, что повышает эффективность очистки и снижает затраты на очистку. При разработке технологического оборудования, являющегося источником выделений вредных

паров, газов и аэрозолей, необходимо предусматривать специальные встроенные аспирационные системы или размещение внутри вентиляционного укрытия. Существует ряд классификаций местных отсосов, однако их виды имеют вполне определенные схемы и названия. По расположению источников вредных выделений и воздухоприемников местные отсосы обычно разделяются на две большие группы: местные отсосы открытого типа и укрытия с отсосом. К местным отсосам открытого типа относятся вытяжные шкафы, вытяжные камеры (вентилируемые камеры), защитно-обеспыливающие кожухи (кожухи-воздухоприёмники) и аспирируемые укрытия. Специальными видами местной вытяжной вентиляции являются пылестружкоприемники и отсосы, встроенные в оборудование.

3. Местная вентиляция. Расчет местной вентиляции

С помощью местной вентиляции необходимые метеорологические параметры создаются на отдельных местах.

Например, улавливание вредных веществ непосредственно у источника возникновения. Наиболее широкое распространение находит местная вытяжная локализирующая вентиляция.

Основной метод борьбы с вредными выделениями заключается в устройстве и организации отсосов от укрытий.

Конструкции местных отсосов могут быть полностью закрытыми, полуоткрытыми или открытыми. Наиболее эффективны закрытые отсосы. К ним относятся кожухи, камеры, герметичные или плотно укрывающие технологическое оборудование. Если такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые:

- зонты;
- отсасывающие панели;
- вытяжные шкафы;
- бортовые отсосы и др.

Один из самых простых видов местных отсосов – вытяжной зонт (Рис.1).

Он служит для улавливания вредных веществ, имеющих меньшую плотность, чем окружающий воздух.

Зонты устанавливают над ваннами различного назначения, электро- и индукционными печами и над отверстиями для выпуска металла и шлака из вагранок.

Отсасывающие панели применяют для удаления вредных выделений, увлекаемых конвективными потоками, при таких ручных операциях, как электросварка, пайка, газовая сварка, резка металла и т.н. Вытяжные шкафы – наиболее эффективное устройство по сравнению с другими отсосами, так как почти полностью укрывают источник выделения вредных веществ.

Необходимый воздухообмен в устройствах местной вытяжной вентиляции рассчитывают, исходя из условия локализации примесей, выделяющихся из источника образования. Требуемый часовой объем отсасываемого воздуха определяют, как произведение площади приемных отверстий отсоса $F(\text{м}^2)$ на скорость воздуха в них. Скорость воздуха в проеме отсоса $V_{\text{п}}(\text{м/с})$ зависит от класса опасности вещества и типа воздухоприемника местной вентиляции ($V_{\text{п}} = 0,5 \div 5,0$ м/с).

3.1 Вытяжные зонты.

Вытяжные зонты применяются чаще всего для локализации вредных веществ с тепловыделениями, создающими устойчивый восходящий поток. Вытяжные зонты устанавливаются над ваннами различного назначения, электро- и индуктивными печами, и отверстиями выпуска металла и шлака из вагранок.

Зонты делают открытыми со всех сторон и частично открытыми: с одной, двух и трех сторон. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от размеров, высоты подвеса и угла раскрытия. Чем больше размеры и чем ниже установлен зонт над местом выделения веществ, тем он эффективнее. Наиболее равномерное всасывание обеспечивается при угле раскрытия зонта φ не менее 60° .

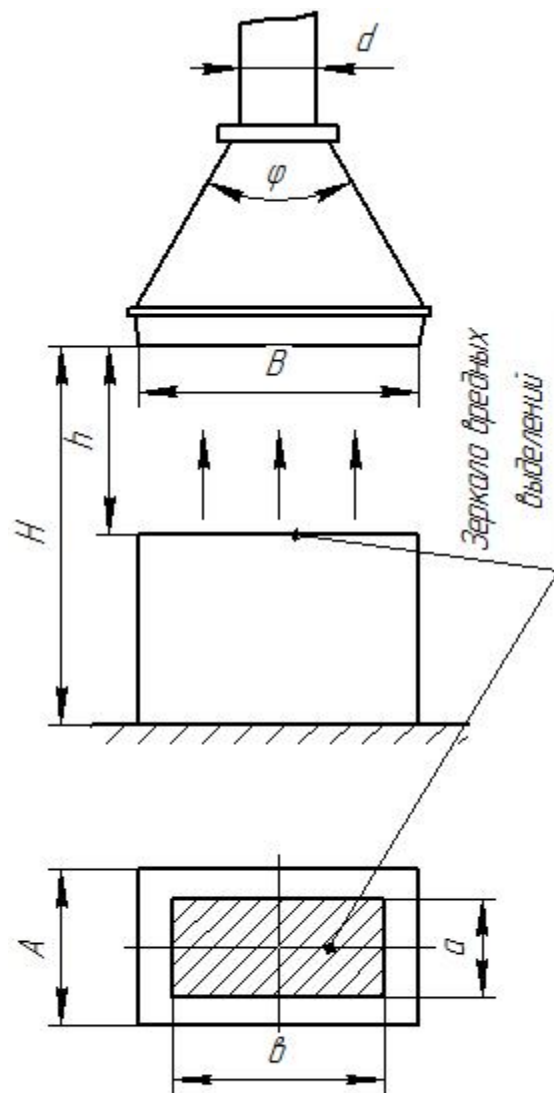


Рис. 1. Вытяжной зонт

Размеры прямоугольного зонта (Рис.1.) в плане определяются в зависимости от расстояния от зеркала вредных выделений до нижнего приёмного отверстия зонта h :

$$A = a + 0.8h; \quad B = b + 0.8h; \quad (3.1)$$

где a и b – стороны перекрываемого зеркала вредных выделений (Рис. 1)

Для круглого зонта:

$$D_z = d_0 + 0.8h; \quad (3.2)$$

где d_0 – диаметр перекрываемого зеркала вредных выделений.

Объем удаляемого через вытяжной зонт воздуха определяется из выражения:

$$L = F_{\Pi} * V_{\Pi} \text{ (м}^3/\text{с)} \quad (3.3)$$

где: F_{Π} – площадь приемного отверстия зонта, м^2 ;

V_{Π} – скорость воздуха в рабочем приеме зонта, м/с.

Скорость воздуха в приемном сечении зонта при удалении нетоксичных выделений для открытых зонтов принимается равной $0.15 \div 0.25$ м/с.

При удалении токсичных выделений:

- для открытых зонтов:

$$V_{\Pi} = 1.05 \div 1.25 \text{ м/с};$$

- для зонтов, открытых с трех сторон:

$$V_{\Pi} = 0.9 \div 1.05 \text{ м/с};$$

- для зонтов, открытых с двух сторон:

$$V_{\Pi} = 0.75 \div 0.9 \text{ м/с};$$

- для зонтов, открытых с одной стороны:

$$V_{\Pi} = 0.5 \div 0.75 \text{ м/с};$$

Когда зонт расположен над источником тепла, объем воздуха в теплой струе, поднимающийся над источником:

$$L = 2340 \sqrt[3]{Q * F^2 * h} \text{ (м}^3/\text{ч)}. \quad (3.4)$$

где: Q – количество конвенционного тепла (ккал*с)

F – горизонтальная проекция источника (м²).

Эта формула справедлива при $h \leq 1.5\sqrt{F}$ т.е. когда количеством подмешиваемого воздуха можно пренебречь.

Теплоотдача конвекции с нагретой поверхности (Q):

$$Q = \alpha_T * F * (t_{\Pi} - t_{окр}) \quad (3.5)$$

Где: $\alpha_T = 3,26 \sqrt{t_{\Pi} - t_{окр}}$ – коэффициент теплоотдачи

t_{Π} и $t_{окр}$ – соответственно температуры тепловыделяющей поверхности и окружающей среды.

При $h > 1,5\sqrt{F}$ объем и скорость воздуха на входе в зонт подсчитывается по формулам:

$$L = 468 * Q^{\frac{1}{3}} (h + 1,62\sqrt{F})^{\frac{1}{5}} : \text{(м}^3/\text{ч)} \quad (3.6)$$

$$V_n = \frac{0.82}{(h + 1,62\sqrt{F})^{0.293}} * Q^{\frac{1}{3}} : \text{(м/с)} \quad (3.7)$$

Пример 3.

Определить размер зонта и количество удаляемого воздуха от ванны для хромирования металлоизделий. Вредности, выделяемые при хромировании изделий, улавливаются с помощью зонта, установленного на высоте $h=0.8$ м, размер ванны $a*b=800*600$ (мм).

Решение.

- 1) Над ванной необходимо установить зонт прямоугольного сечения. Размеры вытяжного зонта в классе определим по формулам (3.1):

$$A=a+0.8h=0.8+0.8*0.8=1.44\text{м}$$

$$B=b+0.8h=0.6+0.8*0.8=1.24\text{м}$$

- 2) В процессе хромирования металла выделяется хромовый ангидрид и пары серной кислоты. В этом случае, в приемном сечении зонта, открытого с четырех сторон, принимается скорость воздуха (см. с.10) $V_{\text{п}}=1.15\text{м/с}$. Отсюда количество удаляемого воздуха определим по формуле:

$$L=F_{\text{п}}*V_{\text{п}}=1.44*1.24*1.15=2.06 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1400 \text{ м}^3/\text{ч})$$

Ответ: $L=1400 \text{ м}^3/\text{ч}$

Пример 4.

Определить среднюю скорость и расход воздуха через зонт, если он установлен на расстоянии $h=0,5$ м над плитой, нагретой до 100°C и имеющей размеры $0,6 * 0,5$ м. Температура окружающего воздуха $t_{\text{окр}}=20^\circ\text{C}$.

Решение:

1. Определяем размеры вытяжного зонта по формулам (3.1):

$$A=0,6+0,8*0,5=1,0\text{м}$$

$$B=0,5+0,8*0,5=0,9\text{м}$$

2. Определим формулу для расчета расхода воздуха, для чего находим значение выражения $1,5\sqrt{F}$, а именно:

$$1,5\sqrt{1,0 * 0,9}=1,5*0,95=1,42\text{м} \quad \text{высота подвеса } h=0,5 \text{ (по условию задачи)}$$

следовательно, $h < 1,5\sqrt{F}$, т.к. $0,5 < 1,42$.

Тогда нужно воспользоваться формулой (3.4)

$$L=2340\sqrt[3]{Q * F^2 * h}; \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

где: $Q=\alpha_{\text{T}}*F*(t_{\text{п}}-t_{\text{окр}})$ (Вт).

3. Рассчитаем значение коэффициента теплоотдачи « α_{T} » от плиты к воздуху:

$$\alpha_T = 3,26 \sqrt[4]{t_{\text{п}} - t_{\text{окр}}} = 3,26 \sqrt[4]{100 - 20} = 9,75 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}$$

4. Определим количество тепла (Q), отдаваемого плитой путем конвекции:

$$Q = \alpha_T \cdot F \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{окр}}) = 9,75 \cdot (0,6 \cdot 0,5) \cdot (100 - 20) = 234 \text{ Вт (201 ккал/ч)}$$

5. Находим величину расхода воздуха через зонт (L):

$$L = 2340 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot F^2 \cdot h} = 2340 \cdot \sqrt[3]{\frac{201}{3600} \cdot 0,3^2 \cdot 0,5} = 318,1 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

6. Определим величину скорости воздуха на входе в зонт. Считая сечение струи равным площади отсечения зонта, находим:

$$V_{\text{п}} = \frac{L}{F_{\text{з}}} = \frac{318,1}{0,9} = 353,44 \text{ м/ч (0,098 м/с)}$$

Ответы: $V_{\text{п}} = 0,098 \text{ м/с}$;

$$L = 318,1 \text{ м}^3\text{/ч}.$$

4. Кондиционирование воздуха

Для создания оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях применяют наиболее совершенный вид промышленной вентиляции – кондиционирование воздуха.

Кондиционированием воздуха называется его автоматическая обработка с целью поддержания в производственных помещениях заранее заданных метеорологических условий независимо от изменений наружных условий и режимов внутри помещения.

При кондиционировании автоматически регулируется температура воздуха, его относительная влажность и скорость подачи в помещение в зависимости от времени года, наружных метеорологических условий и характера технологического процесса в помещении. Такие строго определённые параметры воздуха создаются в специальных установках, называемых кондиционерами. В ряде случаев помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха в кондиционерах производят специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т.п.

Кондиционеры могут быть местными (для обслуживания отдельных помещений) и центральными (для обслуживания нескольких отдельных помещений).

Кондиционирование воздуха играет существенную роль не только с точки зрения безопасности жизнедеятельности, но и во многих технологических процессах, при которых не допускается колебания температуры и влажности воздуха (особенно в радиоэлектронике).

Поэтому установки кондиционирования в последние годы находят всё более широкое применение на промышленных предприятиях.

4.1 Типовой расчет мощности кондиционера

(квартира, коттедж, офис площадью 50-70 м²)

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (4.1)$$

где:

1) Q_1 – теплопритоки от окна, стен, пола и потолка

$$Q_1 = S * h * q / 1000 \quad (4.2)$$

где: S – площадь помещения (м²);

h – высота помещения (м);

q – коэффициент, равный 30÷40 ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$)

q = 30 для затененного помещения;

q = 35 при средней освещенности;

q = 40 для помещений, в которые попадает много солнечного света.

Если в помещение попадают прямые солнечные лучи, то на окнах должны быть светлые шторы или жалюзи.

2) Q_2 – сумма теплопритоков от людей

Теплопритоки от взрослого человека:

0,1 кВт – в спокойном состоянии;

0,13 кВт – при легком движении;

0,2 кВт – при физической нагрузке.

3) Q_3 – сумма теплопритоков от бытовых приборов.

Теплопритоки от бытовых приборов:

0,3 кВт – от компьютеров;

0,2 кВт – от телевизора;

Для других приборов можно считать, что они выделяют в виде тепла 30% от максимально потребляемой мощности (т.е. предполагается, что средняя потребляемая мощность составляет 30% от максимальной).

Мощность кондиционера должна лежать в диапазоне:

$Q_{\text{конд.}}$ от -5% до +15% расчетной мощности Q .

Пример 5

Рассчитаем мощность кондиционера для офисного помещения площадью 26 м^2 , с высотой потолков $2,27 \text{ м}$ в котором трудится один человек. В офисе есть компьютер, телевизор и небольшой холодильник с максимальной потребляемой мощностью 165 Вт . Помещение расположено на солнечной стороне. Компьютер и телевизор одновременно не работают, так как ими пользуется один человек.

Решение:

1. Определяем теплопритоки от окна, стен и потолка. Коэффициент q выберем равным 40 , т.к. помещение расположено на солнечной стороне. По формуле (4.2):

$$Q_1 = S \cdot h \cdot q / 1000 = 26 \text{ м}^2 \cdot 2,75 \text{ м} \cdot 40 / 1000 = 2,86 \text{ кВт.}$$

2. Теплопритоки от одного человека в спокойном состоянии составляет $0,1 \text{ кВт}$.

$$Q_2 = 0,1 \text{ кВт.}$$

3. Находим теплопритоки от офисной техники, поскольку ПЭВМ и телевизор одновременно не работают, то в расчётах необходимо учитывать только один из этих приборов, а именно тот, который выделяет больше тепла. Это ПЭВМ тепловыделения которого составляют $0,3 \text{ кВт}$. Холодильник выделяет в виде тепла около 30% максимальной потребляемой мощности, то есть:

$$0,165 \text{ кВт} \cdot 30\% / 100\% \approx 0,05 \text{ кВт.}$$

$$Q_3 = 0,3 \text{ кВт} + 0,05 \text{ кВт} = 0,35 \text{ кВт.}$$

4. Определяем расчётную мощность кондиционера по формуле (4.1):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2,86 \text{ кВт} + 0,1 \text{ кВт} + 0,35 \text{ кВт} = 3,31 \text{ кВт.}$$

5. Рекомендуемый диапазон мощности $Q_{\text{рек}} = (-5\% \div +15\%) Q$

$$3,14 \text{ кВт} < Q_{\text{рек}} < 3,80 \text{ кВт}$$

Нам осталось выбрать модель подходящей мощности. Большинство производителей выпускают сплит-системы с мощностями, близкими к установленному ряду: 2 кВт ; $2,6 \text{ кВт}$; $3,5 \text{ кВт}$; $5,3 \text{ кВт}$; 7 кВт .

Из этого ряда выбирается модель мощности $3,5 \text{ кВт}$

Ответ: $Q = 3,5 \text{ кВт}$

ВОПРОСЫ К КР1

1. Что такое естественная вентиляция.
2. Что такое механическая вентиляция.
3. В чем преимущество механической вентиляции перед естественной.
4. Недостатки механической вентиляции.
5. Какие системы механической вентиляции вы знаете.
6. Что такое местная вентиляция.
7. Смешанная система вентиляции.

8. Аварийная вентиляция, её назначение.
9. Кондиционирование воздуха, его назначение.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: **СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЛАГОПРИЯТНЫХ
МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ,
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**

Составитель: составитель старший преподаватель АСТАХОВА Л.В.

В практической работе специалист, планирующий развитие предприятия (хозяйства) должен знать и уметь рассчитать, хотя бы в первом приближении, как организовать и внедрить системы вентиляции и кондиционирования помещений для создания благоприятного микроклимата. Такие знания позволят организовать благоприятный и соответствующий требованиям микроклимат для работников.

Помочь в этом будущему специалисту – задача настоящей практической работы.

Задача 1

Определить необходимую производительность вентиляторов в цехе механообработки машиностроительного завода. Площадь помещения 120 м², высота 4,5 м. Кратность воздухообмена $n = 3$. Число работающих – 12 человек.

Сначала определяем производительность вентиляторов по количеству людей в цехе (L_p): $L_p = N \cdot L_H = 12 \cdot 60 = 720 \text{ м}^3 / \text{ч}$

Затем определяем производительность вентиляторов в цехе по кратности воздухообмена ($L_{кр}$): $L_{\dot{e}o} = n \cdot S \cdot H = 3 \cdot 120 \cdot 4,5 = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}$

Находим производительность (L) (окончательную) вентиляторов в цехе исходя из сравнения найденных выше значений (выбираем max):

$$L = \max \begin{cases} L_p = 720 \text{ м}^3 / \text{ч}; \\ L_{\dot{e}o} = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}; \end{cases}$$

Вариант	N	n	S	H	L _p	L _{кр}	L
1	12	3	120	4,50	720	1620	1620
2	10	2	160	5,50	600	1760	1760
3	11	1	170	6,50	660	1105	1105
4	9	3	100	4,00	540	1200	1200
5	13	2	140	5,00	780	1400	1400
6	8	1	180	6,00	480	1080	1080
7	7	3	130	3,50	420	1365	1365
8	14	2	110	3,00	840	660	840
9	15	1	150	2,50	900	375	900
10	6	3	90	7,00	360	1890	1890

Задача 2

В литейном цехе (12 × 8 × 6 м) авторемонтного завода при разливке жидкого чугуна в 1 ч выделяется 80 г окиси углерода. Рассчитать производительность вентиляторов, необходимую для поддержания в цехе атмосферы с нормальной концентрацией окиси углерода.

Сначала определим концентрацию окиси углерода в цехе при неработающей вентиляции:

$$P_{\text{ср.}} = \frac{P}{V} = \frac{80000}{12 \cdot 8 \cdot 6} = 138 \text{ мг/м}^3$$

Где: P – количество выделяющейся за 1 г окиси углерода при разливке чугуна, мг. V – объем цеха, м³.

Затем находим необходимую кратность воздухообмена (n), если известно, что допустимая концентрация окиси углерода в литейных цехах по сан. нормам равна 20 мг/м³:

$$n = \frac{P_{\text{ср.}}}{P_{\text{норм.}}} = \frac{138}{20} = 6,9$$

Определяем производительность вентилятора в литейном цехе (L):

$$L = n \cdot V = 6,9 \times 12 \times 8 \times 6 = 3974 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Вариант	P	a	b	c	V	P _{ср}	n	L
1	80000	12	8	6	576,00	138,89	6,94	3997,44
2	70000	10	9	5	450,00	155,56	7,78	3501,00
3	85000	5	15	4	300,00	283,33	14,17	4251,00
4	75000	7	17	5	595,00	126,05	6,30	3748,00
5	60000	8	10	6	480,00	125,00	6,25	3000,00
6	65000	4	6	5	120,00	541,67	27,08	3249,60
7	90000	6	20	4	480,00	187,50	9,38	4502,40
8	95000	7	5	5	175,00	542,86	27,14	4749,50
9	100000	10	10	6	600,00	166,67	8,33	4998,00
10	55000	9	9	5	405,00	135,80	6,79	2749,95

Задача 3

Определить размер зонта и количество удаляемого воздуха от ванны для хромирования металлоизделий. Вредности, выделяемые при хромировании изделий, улавливаются с помощью зонта, установленного на высоте $h = 0.8$ м, размер ванны $a \times b = 800 \times 600$ (мм).

Над ванной необходимо установить зонт прямоугольного сечения. Размеры вытяжного зонта в классе определим по формулам:

$$A = a + 0.8h = 0.8 + 0.8 * 0.8 = 1.44 \text{ м}$$

$$B = b + 0.8h = 0.6 + 0.8 * 0.8 = 1.24 \text{ м}$$

В процессе хромирования металла выделяется хромовый ангидрид и пары серной кислоты. В этом случае, в приемном сечении зонта, открытого с четырех сторон, принимается скорость воздуха $V_n=1.15$ м / с. Отсюда количество удаляемого воздуха определим по формуле:

$$L = F_n * V_n = 1.44 * 1.24 * 1.15 = 2.06 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1400 \text{ м}^3/\text{ч})$$

Вариант	h	a	b	A	B	F_n	L
1	0,8	0,8	0,6	1,44	1,24	1,7856	2,05344
2	0,7	0,7	0,5	1,26	1,06	1,3356	1,53594
3	0,6	0,6	0,4	1,08	0,88	0,9504	1,09296
4	0,7	0,5	0,3	1,06	0,86	0,9116	1,04834
5	0,9	0,6	0,4	1,32	1,12	1,4784	1,70016
6	0,8	0,7	0,5	1,34	1,14	1,5276	1,75674
7	0,6	0,9	0,6	1,38	1,08	1,4904	1,71396
8	0,5	0,8	0,7	1,2	1,1	1,32	1,518
9	0,7	0,7	0,8	1,26	1,36	1,7136	1,97064
10	0,8	0,6	0,9	1,24	1,54	1,9096	2,19604

Задача 4

Определить среднюю скорость и расход воздуха через зонт, если он установлен на расстоянии $h = 0,5$ м над плитой, нагретой до 100°C и имеющей размеры $0,6 \times 0,5$ м. Температура окружающего воздуха $t_{\text{окр}} = 20^\circ\text{C}$.

Определяем размеры вытяжного зонта по формулам:

$$A = 0,6 + 0,8 * 0,5 = 1,0 \text{ м}$$

$$B = 0,5 + 0,8 * 0,5 = 0,9 \text{ м}$$

Определим формулу для расчета расхода воздуха, для чего находим значение выражения $1,5\sqrt{F}$, а именно:

$$1,5 * \sqrt{1,0 * 0,9} = 1,5 * 0,95 = 1,42 \text{ м}; \text{ высота подвеса } h = 0,5 \text{ (по условию задачи),}$$

следовательно $h < 1,5\sqrt{F}$, т.к. $0,5 < 1,42$.

Тогда нужно воспользоваться формулой

$$L = 2340 * \sqrt[3]{Q * F^2 * h} \text{ (м}^3\text{/ч)},$$

$$\text{где: } Q = \alpha_T * F * (t_{\text{п}} - t_{\text{окр}}) \text{ (Вт)}.$$

Рассчитаем значение коэффициента теплоотдачи « α_T » от плиты к воздуху:

$$\alpha_T = 3,26 * \sqrt[4]{t_{\text{п}} - t_{\text{окр}}} = 3,26 * \sqrt[4]{100 - 20} = 9,75 \text{ Вт / (м}^2 * \text{°C)}$$

Определим количество тепла (Q), отдаваемого плитой путем конвекции:

$$Q = \alpha_T * F * (t_{\text{п}} - t_{\text{окр}}) = 9,75 * (0,6 * 0,5) * (100 - 20) = 234 \text{ Вт (201 ккал/ч)}$$

Находим величину расхода воздуха через зонт (L):

$$L = 2340 * \sqrt[3]{Q * F^2 * h} = 2340 * \sqrt[3]{\frac{201}{3600} * 0,3^2 * 0,5} = 318,1 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Определим величину скорости воздуха на входе в зонт. Считая сечение струи равным площади отсечения зонта, находим:

$$V_{\text{п}} = \frac{L}{F_{\text{з}}} = \frac{318,1}{0,9} = 353,44 \text{ м/ч (0,098 м/с)}$$

Вариант	h	t _п	t _{окр}	a	b	A	B	α_T	Q	L	V _п
1	0,5	100	20	0,6	0,5	1	0,9	9,749674	233,9922	318,2383	0,098222
2	0,4	110	22	0,7	0,6	1,02	0,92	9,984775	369,0373	430,3523	0,127389
3	0,3	120	23	0,8	0,7	1,04	0,94	10,23082	555,7383	542,9215	0,154267
4	0,4	130	23	0,9	0,8	1,22	1,12	10,48488	807,7553	800,3552	0,162706
5	0,5	90	25	1	0,9	1,4	1,3	9,256482	541,5042	875,5886	0,133637
6	0,4	95	19	0,9	1	1,22	1,32	9,625449	658,3807	867,5381	0,149642
7	0,3	105	18	0,8	0,9	1,04	1,14	9,956287	623,6618	667,1031	0,156298
8	0,4	115	20	0,7	0,8	1,02	1,12	10,17767	541,4522	592,3975	0,144043
9	0,5	125	23	0,6	0,7	1	1,1	10,36019	443,8305	492,9956	0,124494
10	0,4	135	26	0,5	0,6	0,82	0,92	10,53354	344,4467	336,0645	0,123742

Задача 5

Рассчитаем мощность кондиционера для офисного помещения площадью 26 м^2 , с высотой потолков $2,1 \text{ м}$ в котором трудится один человек. В офисе есть компьютер, телевизор и небольшой холодильник с максимальной потребляемой мощностью 165 Вт . Помещение расположено на солнечной стороне. Компьютер и телевизор одновременно не работают, так как ими пользуется один человек.

Определяем теплопритоки от окна, стен и потолка. Коэффициент q выберем равным 40 , т.к. помещение расположено на солнечной стороне. По формуле:

$$Q_1 = S * h * q / 1000 = 26 \text{ м}^2 * 2,1 \text{ м} * 40 / 1000 = 2,18 \text{ кВт}.$$

Теплопритоки от одного человека в спокойном состоянии составляет $0,1 \text{ кВт}$.
 $Q_2 = 0,1 \text{ кВт}.$

Находим теплопритоки от офисной техники, поскольку ПЭВМ и телевизор одновременно не работают, то в расчётах необходимо учитывать только один из этих приборов, а именно тот, который выделяет больше тепла. Это ПЭВМ тепловыделения которого составляют $0,3 \text{ кВт}$. Холодильник выделяет в виде тепла около 30% максимальной потребляемой мощности, то есть:

$$0,165 \text{ кВт} * 30\% / 100\% \approx 0,05 \text{ кВт}.$$

$$Q_3 = 0,3 \text{ кВт} + 0,05 \text{ кВт} = 0,35 \text{ кВт}.$$

Определяем расчётную мощность кондиционера по формуле:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2,18 \text{ кВт} + 0,1 \text{ кВт} + 0,35 \text{ кВт} = 2,63 \text{ кВт}.$$

Рекомендуемый диапазон мощности $Q_{\text{рек}} = (-5\% \div +15\%)Q$

$$2,5 \text{ кВт} < Q_{\text{рек}} < 3,02 \text{ кВт}$$

Нам осталось выбрать модель подходящей мощности. Большинство производителей выпускают сплит-системы с мощностями, близкими к установленному ряду: 2 кВт ; $2,6 \text{ кВт}$; $3,5 \text{ кВт}$; $5,3 \text{ кВт}$; 7 кВт .

Из этого ряда выбирается модель мощности $2,6 \text{ кВт}$.

Вариант	S	h	Q _{потр}	q	n	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q	Q _{нижн}	Q _{верх}	Ответ
1	26	2,1	0,165	40	1	2,184	0,1	0,3495	2,6335	2,501825	3,028525	2,6

2	30	2,5	0,2	35	2	2,625	0,2	0,36	3,185	3,02575	3,66275	3,5
3	34	2,8	0,25	30	1	2,856	0,1	0,375	3,331	3,16445	3,83065	3,5
4	38	3	0,15	35	2	3,99	0,2	0,345	4,535	4,30825	5,21525	5,3
5	34	3,2	0,23	40	3	4,352	0,3	0,369	5,021	4,76995	5,77415	5,3
6	30	2,5	0,22	35	2	2,625	0,2	0,366	3,191	3,03145	3,66965	3,5
7	26	2,6	0,19	30	1	2,028	0,1	0,357	2,485	2,36075	2,85775	2,6
8	22	2,8	0,175	35	2	2,156	0,2	0,3525	2,7085	2,573075	3,114775	2,6
9	26	2,2	0,2	35	1	2,002	0,1	0,36	2,462	2,3389	2,8313	2,6
10	30	2,4	0,21	35	3	2,52	0,3	0,363	3,183	3,02385	3,66045	3,5