

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° .

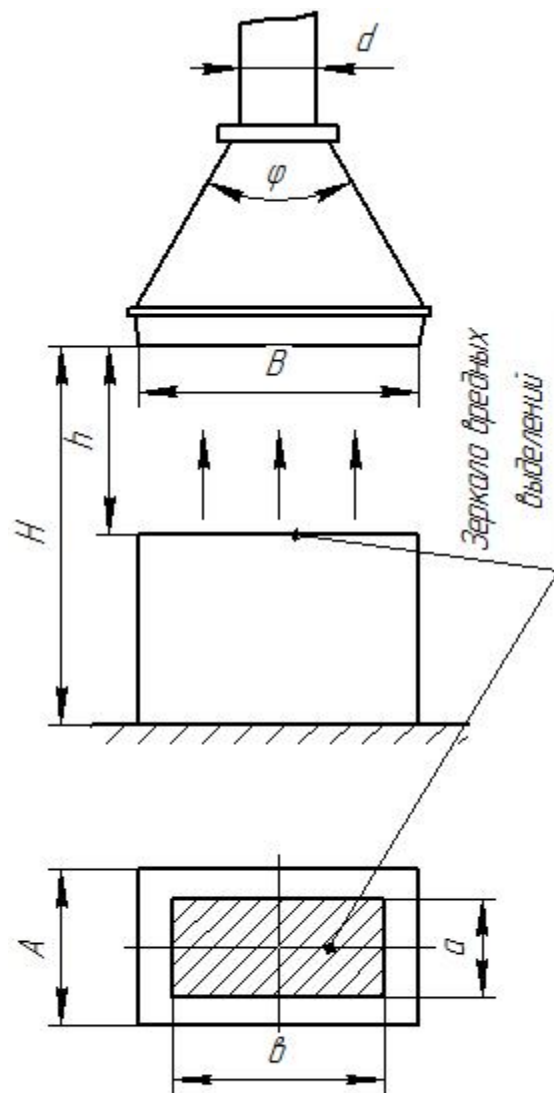


Рис. 1. Вытяжной зонт

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:

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

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

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

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:

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

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

$$L = 318,1 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

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 (Вт/м²)

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: $Q = 3,5 \text{ кВт}$

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 ($L_{\text{вд}}$): $L_{\text{вд}} = n \cdot S \cdot H = 3 \cdot 120 \cdot 4,5 = 1620 \text{ м}^3 / \text{ч}$

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

$$L = \max \begin{cases} L_p = 720 i^3 / \div; \\ L_{\text{сд}} = 1620 i^3 / \div; \end{cases}$$

Вариант	N	n	S	H	L _p	L _{кp}	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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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