

ЛЕКЦИЯ 4.

ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Микроклимат производственной среды определяется сочетанием следующих основных параметров: температурой воздуха, °С; относительной влажностью, %; скоростью движения или подвижности воздуха, м/с.

Температура воздуха – является одним из ведущих факторов, определяющих метеорологические условия.

Подавляющее большинство производственных процессов сопровождается выделением тепла (теплота выделяется при переходе электрической энергии в тепловую, при трении движущихся частей машин). Источниками тепла являются нагретые поверхности трубопроводов, стенок котельных агрегатов, нагревательных печей и т.д. Все они, распространяя тепло, увеличивают температуру окружающего воздуха. Большую долю в общий баланс тепла, особенно в летнее время, вносит энергия солнечного излучения (измеряется температура термометром). Другим важным параметром микроклимата является влажность воздуха.

Относительная влажность – это отношение содержания водяных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию при той же температуре. Влажность влияет на общее состояние человека, затрудняя или облегчая теплообмен между организмом и окружающей средой (при большой влажности воздуха теплоотдача путём испарения влаги с поверхности тела уменьшается, что может привести к перегреванию организма). Для измерения влажности воздуха используют психрометр или гигрометр.

Психрометр состоит из «сухого» и «влажного» термометров. На основании разностей показаний сухого и влажного термометров по психометрической таблице определяют относительную влажность воздуха.

Гигрометр (волосной) основан на свойстве волоса укорачиваться при уменьшении влажности воздуха.

В понятие микроклимат производственных помещений входит также скорость движения воздуха. Влияние этого фактора на организм человека может иметь положительную и отрицательную стороны: небольшие скорости движения воздуха способствуют испарению влаги с поверхности тела, улучшая теплообмен между организмом и окружающей средой, а при движении воздуха с большими скоростями возникают сквозняки, приводящие к увеличению числа простудных заболеваний среди работающих.

Скорость движения воздуха определяется чашечным анемометром. Принцип работы анемометра основан на вращении потоком воздуха крестовины с чашками – полушарами. Скорость вращения крестовины зависит от скорости движения воздуха, поэтому подсчитывают число оборотов крестовины за контрольное время, а затем количество оборотов выводят на циферблат анемометра и определяют скорость движения воздуха.

Влияние метеорологических факторов на организм человека необходимо рассматривать в их совокупности.

Параметры микроклимата могут меняться в очень широких пределах. При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, при неблагоприятных – организм человека стремится сохранить постоянство температуры тела за счёт терморегуляции.

Отклонение параметров микроклимата от оптимального может быть причиной ряда физиологических нарушений в организме человека. Например, высокая температура воздуха в сочетании с малой подвижностью его вызывает ощущение жары, а в сочетании с высокой относительной влажностью способствует перегреванию организма, что может привести к тепловому удару. При пониженной температуре воздуха и высокой скорости его движения наступает переохлаждение организма, которое приводит к простудным заболеваниям.

В соответствии с санитарными нормами СН245-71 и ГОСТом 12.1.005-88 ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» устанавливаются оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне производственной среды с учётом:

1. Время года – холодный и переходный периоды со среднесуточной температурой воздуха ниже $+ 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$; тёплый период – выше $+ 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

2. Тяжесть физической работы – все работы по тяжести подразделяются на три категории: к лёгким физическим работам (категория I) относятся работы, не требующие систематического физического напряжения при затратах энергии человеком не более 172 Вт; к работам средней тяжести (категория II а) относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, не требующие перемещения тяжестей, с энергозатратами от 172 до 232 Вт; к работам средней тяжести (категория II б) относятся работы, связанные с ходьбой и переносом небольших тяжестей (до 10 кг), с энергозатратами от 232 до 293 Вт; к тяжёлым физическим работам (категория III) относятся работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности с переносом значительных (более 10 кг) тяжестей, с энергозатратами более 293 Вт.

3. Тепловая характеристика производственного помещения – все производственные помещения делятся на помещения с незначительными избытками явной теплоты, не превышающими 23 Вт/м^3 и значительными избытками явной теплоты – более 23 Вт/м^3 .

При оптимальных параметрах микроклимата обеспечивается тепловой комфорт и высокая работоспособность человека, при допустимых значениях параметров микроклимата может наблюдаться временное понижение работоспособности человека, которое быстро нормализуется, не вызывая нарушения здоровья человека.

Оптимальные значения параметров микроклимата с учётом избытков явной теплоты, тяжести выполняемой работы и сезонов года приведены в таблице.

Оптимальные значения параметров микроклимата
для помещений с незначительными избытками явной теплоты

Категория работ	Холодное и переходное время года			Тёплое время года		
	Тем-ра воздуха, °С	Скорость воздуха, м/с (не более)	Относит. влажность, %	Тем-ра воздуха, °С	Скорость воздуха, м/с (не более)	Относит. влажность, %
Лёгкая (I)	21 - 23	0,1	60 - 40	22 - 24	0,2	60 - 40
Средней тяжести (IIа)	18 - 20	0,2	60 - 40	21 - 23	0,3	60 - 40
Средней тяжести (IIб)	17 - 19	0,2	60 - 40	20 - 22	0,3	60 - 40
Тяжёлая (III)	16 - 18	0,3	60 - 40	18 - 20	0,4	60 - 40

Кроме оптимальных и допустимых параметров в ГОСТе приведены различные дополнения и уточнения.

Например, для тепловых электростанций в машинном и котельном отделениях температура воздуха в тёплый период года должна быть не более чем на 5 °С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 33 °С, а относительная влажность – 60 - 20 % (согласно СНиП II-58-75 «Нормы проектирования. Электростанции тепловые» и ГОСТ 12.1.005-88).

Обеспечение нормальных параметров воздуха рабочей зоны

Поддержание на заданном уровне параметров, определяющих микроклимат – температуру, влажность и скорость движения воздуха, может осуществляться с помощью кондиционирования или вентиляции.

Кондиционирование – это создание и поддержание в рабочей зоне производственных помещений постоянных или изменяющихся по заданной программе параметров воздушной среды, осуществляемое автоматически. Кондиционеры бывают полного и неполного кондиционирования воздуха. Установки полного кондиционирования воздуха обеспечивают постоянство температуры, относительной влажности, подвижности и чистоты воздуха. Кроме того может осуществляться ионизация, озонирование, дезодорация (удаление запахов) и т.д.

Установки неполного кондиционирования поддерживают только часть приведённых параметров.

Вентиляция – это система мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения чистоты воздуха и метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция, может быть естественной, механической и смешанной. Естественный способ заключается в том, что за счёт разности температур воздуха внутри помещения и снаружи

осуществляется воздухообмен. Механический способ основан на использовании вентиляторов. Смешанный – сочетание этих двух способов.

В зависимости от направления потока воздуха вентиляция бывает приточной и вытяжной.

По зоне действия различают вентиляцию общеобменную, местную и комбинированную. При общеобменной вентиляции происходит обмен воздуха во всём помещении. Она применяется тогда, когда выделения вредных факторов незначительны и равномерно распределены по всему объёму помещения. Местная вентиляция может быть вытяжной и приточной.

Местная приточная вентиляция создаёт в ограниченном пространстве помещения (не изолированном или изолированном жёсткими стенками) участок воздушной среды, отличающийся по микроклиматическим условиям от всего остального помещения. Местную приточную вентиляцию осуществляют в виде воздушных душей, воздушных оазисов или воздушных завес.

Воздушный душ – это подача на человека струи воздуха заданных параметров (температура, влажность, скорость). Для устройства **воздушного оазиса** часть рабочей площадки отделяют вертикальными (чаще всего стеклянными) щитами, между которыми оставляют необходимые проходы. Выгороженную часть, имеющую открытый верх, «затопляют» приточным воздухом необходимых параметров. Воздушное душирование надлежит обязательно предусматривать на постоянных рабочих местах при воздействии на работающих лучистой теплоты с интенсивностью $0,35 \text{ кВт/м}^2$ и более (СН 245–71).

Приточную вентиляцию используют также для создания подпора воздуха в тамбур – шлюзах, предотвращающих перетекание воздуха из одного помещения в другое.

Воздушная завеса создается струей воздуха, поступающей из узкой длинной щели под некоторым углом навстречу потоку холодного воздуха. Канал со щелью располагают сбоку или снизу от дверного проема. В холодные периоды года воздушные завесы предотвращают поступление в цех больших масс холодного наружного воздуха.

Местная вытяжная вентиляция осуществляется с помощью местных отсосов, а также патрубков, решеток, панелей и т.п. В тех случаях, когда источник производственных вредностей можно заключить внутри пространства, огражденного жесткими стенками, местные отсосы устраивают в виде вытяжных шкафов, кожухов, витринных отсосов.

Если по условиям технологии или обслуживания источник вредности нельзя заключить в кожух, то над таким источником или около него устанавливают вытяжной зонтик. При этом поток удаляемых вредных веществ не должен проходить через зону дыхания работающего.

Интенсивность вентиляции характеризуется **кратностью воздухообмена**, которая подсчитывается по формуле:

$$K = L/V, \quad (1/\text{час}),$$

где L – объём воздуха, подаваемого или удаляемого из помещения, м³/ч; V – объём вентилируемого помещения, м³.

В настоящее время в промышленности используют следующие системы вентиляции:

1. Общеобменная естественная для удаления избытков тепла;
2. Приточная общеобменная механическая система вентиляции для подачи в помещение чистого воздуха;
3. Вытяжная система вентиляции для удаления из помещения загрязнённого воздуха;
4. Приточно-вытяжная система вентиляции для улавливания высокоопасных примесей воздуха непосредственно у источников их образования и подачи чистого воздуха в рабочую зону.

Расчёт вентиляции

Количество воздуха, необходимого для вентиляции производственного помещения определяют расчётным путём, исходя из количества выделения теплоты, влаги, вредных веществ.

При одновременном выделении теплоты, влаги, вредных веществ следует рассчитывать воздухообмен для каждого из этих факторов и принимать наибольшее из полученных значений. Расчётные соотношения приведены в СНиП II-33-75.

В помещения, воздух которых загрязнён вредными парами, газами или пылью, количество приточного воздуха, м³/ч, необходимого для разбавления вредных выделений до допустимых концентраций, рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ПР}}},$$

где G – масса вредных веществ, выделяющихся в рабочее помещение в единицу времени, г/ч;

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация вредных веществ по санитарным нормам, мг/м³;

$C_{\text{ПР}}$ – концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м³.

Согласно СН 245-41 значение $C_{\text{ПР}}$ не должно превышать 30 % $C_{\text{ПДК}}$.

В помещениях со значительными тепловыделениями количество приточного воздуха, мг/м³, необходимого для поглощения избытка тепла, рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{изб}}}{C \cdot \rho \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}})},$$

где $\Sigma Q_{\text{изб}}$ – избытки теплоты, Дж/ч;

$t_{\text{уд}}$ – температура удаляемого из помещения воздуха, °С;

$t_{\text{пр}}$ – температура приточного воздуха, °С;

ρ – плотность воздуха при 293 К, кг/м³;

C – теплоёмкость воздуха, Дж/(кг·К).

Объём удаляемого воздуха, м³/ч, при расчёте местной вытяжной вентиляции принимается в зависимости от характера вредных выделений, скорости и направления их движения и от конструкции местного отсоса:

$$L_{\text{выт}} = \frac{F \cdot V}{3600} ,$$

где F – площадь открытого сечения вытяжного устройства, м²;

V – скорость движения всасываемого воздуха в этом проёме (0,5-1,7 м/с в зависимости от токсичности и летучести газов и паров).

Когда количество выделяемых вредностей невелико или трудно определимо, расчёт воздухообмена может быть произведён по нормативной кратности воздухообмена:

$$K = \frac{L}{V} , \quad L = K \cdot V .$$

Но вентиляция и даже кондиционирование воздуха не защищает от теплового излучения.