

МИКРОКЛИМАТ В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ

dr inż. Magdalena Młynarczyk

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

(Центральный Институт Охраны Труда – Государственный Исследовательский Институт)

00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16

Микроклимат и его воздействие на организм человека

Микроклимат является одним из физических вредных факторов в рабочей среде. Микроклимат может быть определен как климатические условия в определенном локальном пространстве, например в помещении. Эти условия определяются, среди прочего по таким параметрам, как температура, поток воздуха или влажность. Микроклимат влияет на организм человека, который пытается адаптироваться к заданным климатическим условиям.

Тело человека производит тепло, которое является результатом происходящих в организме метаболических процессов. Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется путем: теплопроводности, конвекции, излучения и испарения (отвод воды из организма путем потоотделения и из выдыхаемого воздуха). Участие этих явлений в процессе теплообмена зависит среди прочего от параметров окружающей среды, в которой человек находится (факторов окружающей среды) в частности, температуры и скорости воздуха, средней температура излучения, парциального давления водяного пара, а также индивидуальных факторов, таких как: физическая активность или используемая защитная одежда. Процессы теплообмена человека называются тепловым балансом. Когда тепловой баланс положительный, мы имеем дело со горячей средой, требующей запуска механизмов борьбы с теплом. Если тепловой баланс отрицательный, мы имеем дело с так называемым „тепловым долгом”, требующим запуска механизмов борьбы с холодом. Однако в термонеutralной среде тепловой баланс равен нулю.

В термонеutralной среде (где ощущается тепловой комфорт) количество тепла, которое вырабатывается организмом, рассеивается таким образом, что внутренняя температура тела остается постоянной. Ощущение теплового комфорта выражается, в частности:

лучшим самочувствием на работе или повышением концентрации внимания во время выполняемых действий.

В горячей среде поддержание температуры внутри тела на постоянном уровне требует от системы терморегуляции запуска процессов, ведущих к среди прочего, увеличению кожного кровообращения путем расширения кровеносных сосудов кожи, стимулирования потовых желез и увеличения секреции пота (для снижения температуры кожи и отвода избыточно выделяемого тепла) для рассеивания тепла, вырабатываемого организмом. В случае, если количество накопленного тепла не может быть рассеяно в результате действия терморегуляторных механизмов, температура внутри тела начинает постепенно повышаться. На рабочих местах допустимо повышение внутренней температуры всего на 1 °С, т. е. может достигать 38 °С. При воздействии на работника горячей среды наблюдается снижение работоспособности и показателя точности выполнения задач, нарушения водно-электролитного баланса и психофизиологические расстройства.

В холодной среде система терморегуляции человека должна работать для защиты организма от чрезмерной потери тепла (например, уменьшение кровообращения через подкожную ткань и кожу определенных участков тела; увеличение скорости обмена веществ и, как следствие, появление мышечного тремора). Во время воздействия холодной среды работник подвергается опасности возникновения переохлаждения и обморожения организма. Воздействие холодной среды может привести к снижению сосредоточенности, нарушению сознания и, в худшем случае, может привести к тяжелому переохлаждению или даже смерти.

Принципы оценки воздействия тепловой среды

Термонейтральная среда

Критерии классификации тепловой среды и основные величины, используемые для оценки воздействия микроклимата, указаны в *Постановлении Министра Семьи, Труда и Социальной Политики от 12 июня 2018 года о максимально допустимых концентрациях и интенсивности вредных для здоровья факторов в рабочей среде*. Законодательный вестник 2018, пункт 1286.

Показателем, позволяющим определить тепловые ощущения человека в данной среде, является показатель PMV (*Predicted Mean Vote - ожидаемая средняя оценка*). С помощью показателя PMV прогнозируются средние тепловые ощущения большой группы людей, подверженные определенной комбинации переменных параметров окружающей среды. После проведения оценки или измерений вышеуказанных факторов можно предвидеть

тепловые ощущения человека, выраженные в 7-ступенчатой шкале тепловых ощущений, таких как: горячие (+3), теплые (+2), слегка теплые (+1), нейтральные (0), слегка прохладные (-1), прохладные (-2), холодные (-3), рассчитывая показатели PMV и PPD на основе показателей PMV, предлагается определить границы теплового комфорта как удовлетворительные для 80% людей, что соответствует показателю PMV, содержащемуся в пределах $-0,5 < PMV < + 0,5$ (рис.1).

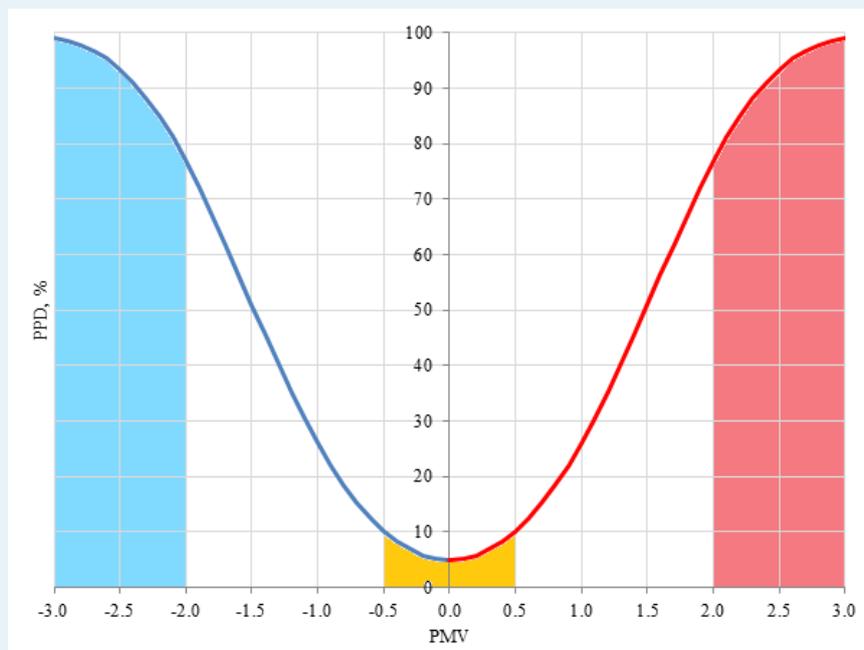


Рис. 1. Соотношение между PMV и PPD [на основе PN-EN ISO 7730:2006. Эргономика тепловой окружающей среды – Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта (ориг)]

Тестирование проводится на рабочем месте с помощью измерителей микроклимата.

Горячая среда

Критерием классификации тепловой среды в зону горячего микроклимата является значение параметра PMV (ожидаемая средняя оценка) в диапазоне выше +2,0. Для определения тепловой нагрузки в горячей среде используется показатель WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) [PN-EN ISO 7243:2018-01 Эргономика тепловой среды -- Оценка тепловой нагрузки с помощью индикатора WBGT (температура влажного термометра и черного шара)]. Значения WBGT определяются на основе выполняемых измерителями микроклимата температур: влажной естественной температуры t_{nw} , температуры черного шара t_g , а для испытаний снаружи здания также температуры воздуха t_a . Затем

вычисленные значения WBGT сопоставляются с допустимыми значениями, записанными в стандарте и Постановлении (табл. 1).

Таблица 1. Допустимые значения WBGT, которые нельзя превышать в течение 8-часового суточного рабочего дня.

Класс скорости метаболизма	Скорость метаболизма		Допустимые значения WBGT			
	Сопоставленные с единицей поверхности кожи, W/m ²	Полное (при средней поверхности кожи 1,8м ²), W	Человек акклиматизированный в горячей среде, °C		Человек неакклиматизированный в горячей среде, °C	
0 (отдых)	M≤65	M≤117	33		32	
1 (легкая работа)	65<M≤130	117<M≤234	30		29	
2 (среднетяжелая работа)	130<M≤200	234<M≤360	28		26	
3 (тяжелая работа)	200<M≤260	360<M≤468	незаметное движение воздуха 25	заметное движение воздуха 26	незаметное движение воздуха 22	заметное движение воздуха 23
4 (очень тяжелая работа)	M>260	M>468	23	25	18	20

Если возникает превышение вышеуказанных значений, тогда, в частности, время воздействия должно быть сокращено, перерывы должны быть продлены, или часть работы или отдыха должны проводиться в месте с более низкой температурой воздуха.

Холодная среда

Холодный микроклимат относится к условиям тепловой среды, для которых температура воздуха ниже 10 ° C, а скорость движения воздуха и его относительная влажность превышают с 0,1 м/с и 5% соответственно. Для определения тепловой нагрузки (теплого долга) в холодной среде используется параметр IREQ (*Required Clothing Insulation*) и t_{wc} (*wind chill temperature*), говорящий о допустимом локальном охлаждении организма. IREQ — это показатель тепловой нагрузки, вызванной холодом, включающий температуру воздуха, среднюю температуру излучения, влажность и скорость воздуха для

определенных уровней метаболического производства тепла. Существует показатель, характеризующий теплопоглощение одежды, определяемый при общем воздействии холодной среды на организм человека. Тестирование параметров среды проводится на рабочем месте с помощью измерителей микроклимата. Затем, основываясь на полученные результаты измерений рассчитываются значения IREQ.

Работник, подвергшийся воздействию холодной среды, находится в безопасной области, когда величина потребления тепла используемой одежды находится в диапазоне $IREQ_{min} \div IREQ_{neutral}$ (рис. 2). $IREQ_{min}$ представляет собой максимально допустимый уровень психофизиологического стресса (допустимое общее охлаждение организма) во время рабочей смены. Тогда как $IREQ_{neutral}$ определяется как тепловая изоляция одежды, необходимая для поддержания условий, когда охлаждение организма не происходит или минимально.



Рис. 2. Безопасная зона для работника в холодной среде оцениваемая с помощью индикаторов IREQ

В случае превышения вышеуказанного диапазона, используемая защитная одежда должна быть заменена (на соответствующую, подобранную одежду), может измениться время воздействия, а также график работы.

Правовые нормы - обязанности работодателя и работника

Общие правила охраны труда [Постановление Министра Труда и Социальной Политики от 26.09.1997 о общих правилах охраны труда и гигиены труда (единый текст, Законодательный Вестник, 2003 г., № 169, пункт 1650)] возлагают на работодателя ответственность за обеспечение соответствующей температуры в зависимости от типа выполняемой работы, не ниже 14°C (287 К), тогда как при выполнении легкого физического труда и в офисных помещениях не ниже 18°C (291 К).

Работодатель обязан проводить тестирования и измерения вредного для здоровья фактора в рабочей среде [Постановление Министра Здравоохранения от 2 февраля 2011 года о проведении тестирований и измерений вредных для здоровья факторов в рабочей среде (Законодательный Вестник № 33, пункт 166)]. В случае выступающего холодного или горячего микроклимата тестирования и измерения показателей микроклимата проводятся

один раз в год. Если во время двух последних тестирований значения показателей микроклимата не превышали допустимых значений для 8-часового суточного рабочего дня, работодатель может выполнять их раз в два года.

При определенных микроклиматических условиях работодатель обязан обеспечивать работников едой и напитками. Питание должно предоставляться работникам, осуществляющим работы:

- связанные с физическим трудом, что приводит в течение рабочей смены к эффективному расходу энергии организма свыше 1500 ккал (6280 кДж) у мужчин и свыше 1000 ккал (4187 кДж) у женщин, выполняемые в закрытых помещениях, где по техническим причинам постоянно сохраняется температура ниже 10°C или показатель тепловой нагрузки (WBGT) составляет свыше 25°C,
- связанные с физическим трудом, что приводит в течение рабочей смены к эффективному расходу энергии организма свыше 1500 ккал (6280 кДж) у мужчин и свыше 1000 ккал (4187 кДж) у женщин, выполняемые на открытом воздухе в зимний период; зимним периодом считается период с 1 ноября по 31 марта,

Напитки должны быть предоставлены работникам, работающим:

- в условиях горячего микроклимата, характеризующегося значением показателя тепловой нагрузки (WBGT) свыше 25°C,
- в условиях холодного микроклимата, характеризующегося значением показателя охлаждающей силы воздуха (WCI) свыше 1000,
- при работах на открытом воздухе при температуре окружающей среды ниже 10°C или свыше 25°C,
- на рабочих местах, где температура, вызванная погодными условиями, превышает 28°C.