Тема № 2.2. «Методика расчета опасных и вредных факторов бытовой и производственной среды.»

Вопросы выносимые на изучение:

1. Методика расчета опасных и вредных факторов бытовой среды.
2. Расчет пылевой нагрузки.
3. Расчет снижения продолжительности жизни.

Подготовить доклады к семинару по теме №2.3. «Микроклимат производственных помещений».

по следующим вопросам:

1. Основные параметры, нормирование микроклимата.
2. Нормирование теплового (инфракрасного) излучения на рабочих местах.
3. Защита от ИК излучения.

Как известно по происхождению негативные факторы среды обитания делятся на природные, антропогенные, техногенные и смешанные.

Природными факторами являются естественные факторы, вызванные климатическими и иными природными явлениями, возникающими при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а так же при стихийных явлениях, происходящих в биосфере.

К природным факторам относятся следующие факторы:

-геологические (извержение вулканов, землетрясение, сели, обвалы, осыпи, лавины, склоновый смыв)

-метеорологические (ураганы, бури)

- гидрологические(высокие уровни воды, половодье, дождевые паводки, заторы и зажоры, ветровые нагоны, низкие уровни воды)

-природные пожары (лесные, степные)

-массовые заболевания (эпидемии, эпизотопии)

-экологические

- литосферные (горные обвалы, камнепады)

- гидросферные (водная эрозия, сели, приливы)

- атмосферные (ливни, снегопады)

- космические (солнечная радиация)

Антропогенными факторами являются факторы, связанные и вызванные ошибочными или несанкционированными действиями людей, человеческой деятельностью, воздействующими на среду обитания продуктами своей деятельности.

К ним относятся:

- повышенная урбанизация территории

- аномальные изменения ряда параметров биосферы

- отсталость и несоответствия применяемых технологий современным требованиям

-опасности социально-политического характера(социальные, политические , экономические)

-насилование над личностью (изнасилование , рэкет, организованная преступность)

-самоуничтожение личности: курение, алкоголь , наркотики).

-экстремизм (беспорядки, терроризм, гражданская война).

Техногенными негативными факторами являются факторы, которые вызваны действием машин и технологий,

К ним относятся:

-аварии на химически опасных объектах

-аварии на радиационно опасных объектах

-аварии на транспорте

-аварии в коммунально-энергетических объектах.

Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания (*Расчет пылевой нагрузки*).

Одним из вредных физических факторов рабочей среды являются аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия (АПФД). В случае превышения среднесменной предельно допустимой концентрации (ПДК) фиброгенной пыли расчет пылевой нагрузки обязателен.

Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работающего - это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую рабочий вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с фактором:

$$ПН = K \cdot N \cdot T \cdot Q$$

где *K* - фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м^3; *N* - число рабочих смен в календарном году в условиях воздействия АПФД; *T* - количество лет контакта с АПФД; *Q* - объем Легочной вентиляции за смену, м^3 (табл. 1.1).

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной *контрольной пылевой нагрузки* (КПН), под которой понимают пылевую нагрузку, сформировавшуюся при условии соблюдения среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с ней:

$$КПН = ПДК \cdot N \cdot T \cdot Q,$$

где ПДК - среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м^3; N - число рабочих смен в календарном году (обычно 250 смен в году); *T* - количество лет контакта с АПФД; *Q* - объем легочной вентиляции за смену, м^3.

Кратность превышения контрольных пылевых нагрузок указывает на класс вредности условий труда по данному фактору (табл. 1.2). Если создается опасность возникновения пожара и взрыва (например, при концентрации угольной и другой органической пыли >200-400 мг/м^3), устанавливается 4-й класс условий труда.

При превышении контрольных пылевых нагрузок рекомендуется использовать принцип «защиты временем». Для этого необходимо рассчитать стаж работы *(T_1)*, при котором пылевая нагрузка (ПН) не будет превышать КПН. При этом КПН рекомендуется определять за средний рабочий стаж, равный 25 годам.

$$T_1 = КПН_{25} / (K \cdot N \cdot Q),$$

где T_1- допустимый стаж работы в данных условиях; $КПН_{25}$ - контрольная пылевая нагрузка за 25 лет работы в условиях соблюдения ПДК; *К* - фактическая среднесменная концентрация пыли; *N* - количество смен в календарном году; Q - объем легочной вентиляции за смену.

Значение *К* принимается как средневзвешенная величина за все периоды работы:

$$К= К_1t_1+К_2t_2+…..+К_nt_n / \sum_t$$

где $К_1$ – $К_n$ - фактические среднесменные концентрации за отдаленные периоды работы; t_1 - t_n - периоды работы, в течение которых фактические концентрации были постоянны.

Величина *Q* рассчитывается аналогично значению *К*.

Пример задача № 1

Рабочий проработал 7 лет в условиях воздействия пыли гранита, содержащей 60% SiO_2. Среднесменная концентрация пыли за этот период составляла 3 мг/м^3. Категория работ – II б (объём лёгочной вентиляции равен 7м^3). Среднесменная ПДК данной пыли - 2 мг/м^3. Среднее количество рабочих смен в год – 248.

Определить: а) пылевую нагрузку (ПН), б) контрольную пылевую нагрузку (КПН) за этот период, в) класс условий труда, г) контрольную пылевую нагрузку за период 25-и летнего контакта с фактором АПФД ($КПН_{25}$), д) допустимый стаж работы в таких условиях.

Решение:

а) Определяем фактическую пылевую нагрузку за рассматриваемый период:

$$ПН = К \cdot N \cdot Т \cdot Q,$$

где: К - фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м^3; N - количество рабочих смен в календарном году, Т - количество лет контакта с АПФД, Q - объём лёгочной вентиляции за смену, м^3.

Соответственно: ПН = 3 мг/м^3 · 248 смен · 7 лет · 7м^3 = 36 456 мг.

б) Определяем контрольную пылевую нагрузку за тот же период работы:

$$КПН = ПДКсс \cdot N \cdot Т \cdot Q,$$

где: ПДКсс - предельно допустимая среднесменная концентрация пыли, мг/м^3, N - рабочих смен в календарном году, Т - количество лет контакта с АПФД, Q - объём лёгочной вентиляции за смену, м^3.

Соответственно: КПН = 2 · 248 · 7 · 7 = 24340 мг.

в) Рассчитываем величину превышения КПН:

$$ПН / КПН = 36456 / 24340 = 1,5,$$

т.е. фактическая ПН превышает КПН за тот же период работы в 1,5 раза.

Соответственно, согласно таблице 1.2., класс условий труда рабочего – вредный, 3.1.

г) Определяем КПН за средний рабочий стаж, который принимаем равным 25 годам:

$$КПН_{25} = 2 \cdot 248 \cdot 7 \cdot 25 = 86800 \text{ мг.}$$

д) Определяем допустимый стаж работы в данных условиях:

$$T_1 = КПН_{25} / (K \cdot N \cdot Q)$$

$$T_1 = 86800 / (3 \cdot 248 \cdot 7) = 16,7 \text{ лет}$$

Таким образом, в данных условиях труда рабочий может проработать не более 17 лет.

Пример задача № 2

Рабочий проработал в контакте с асбестсодержащей пылью (содержание асбеста более 20% по массе). ПДКсс пыли – 0,5 мг/м^3. Общий стаж работы – 15 лет. Первые 5 лет фактическая среднесменная концентрация пыли составляла 10 мг/м^3, категория работ – III (объём лёгочной вентиляции – 10 м^3 в смену). Следующие 6 лет фактическая ССК была равна 3 мг/м^3, категория работ – II а (объём лёгочной вентиляции за смену – 7 м^3) и последние 4 года ССК составляла 0,9 мг/м^3, категория работ – II а. Среднее количество рабочих смен в году 248.

Определить: а) ПН, б)КПН за этот период, в) класс условий труда, г) КПН$_{25}$, д)допустимый стаж работы в таких условиях.

Решение:

а) Определяем фактическую пылевую нагрузку за все периоды работы:

$$ПН = (К_1 \cdot N \cdot Т_1 \cdot Q_1) + (К_2 \cdot N \cdot Т_2 \cdot Q_2) + (К_3 \cdot N \cdot Т_3 \cdot Q_3),$$

где: $К_1$ – $К_3$ - среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника за разные периоды времени, мг/м^3, N - рабочих смен в календарном году, $Т_1$ – $Т_3$ - количество лет контакта с АПФД при постоянной ССК пыли, Q_1 – Q_3 - объём лёгочной вентиляции за смену, м^3.

Соответственно:

ПН = (10 мг/м^3 · 248 смен · 5 лет · 10м^3) + (3 мг/м^3 · 248 смен · 6 лет · 7м^3) + (0,9 мг/м^3 · 248 смен · 4 года · 7м^3) = 124 000 + 31 248 + 6 249 = 161 498 мг.

б) Определяем КПН за тот же период:

$$КПН = (ПДКсс \cdot N \cdot T_1 \cdot Q_1) + (ПДКсс \cdot N \cdot T_2 \cdot Q_2) + (ПДКсс \cdot N \cdot T_3 \cdot Q_3),$$

где: ПДКсс - среднесменная концентрация пыли, мг/м^3, N - количество рабочих смен в календарном году, T_1 – T_3 - количество лет контакта с АПФД при неизменных условиях, Q_1 – Q_3 - объём лёгочной вентиляции за смену, м^3.

Соответственно:

КПН = (0,5мг/м^3 · 248смен · 6лет · 10 м^3) + (0,5мг/м^3 · 248смен · 6лет · 7м^3) + (0,5мг/м^3 · 248смен · 4года · 7м^3) = 7 440 мг + 5 208 мг + 3 472 мг = 16 120 мг.

Примечание: при пересмотре ПДК, для расчета КПН используется последний по времени норматив.

в) Рассчитываем величину превышения КПН:

ПН / КПН = 161498 / 16120 = 10,

т.е. фактическая ПН превышает КПН за тот же период работы в 10 раз. Соответственно класс условий труда – вредный, 3.3. В данном случае рекомендуется принятие мер по выведению рабочего из контакта с асбестсодержащей пылью.

Пример задача № 3

Работник поступает на работу в контакте с асбестсодержащей пылью со следующими условиями: ССК составляла 0,9 мг/м^3, категория работ – II а. (объём лёгочной вентиляции - 7м^3). Среднее количество рабочих смен в году 248.

Рассчитать допустимый стаж работы и класс условий труда при существующих условиях (см. п. 2.1.) для вновь принимаемых рабочих.

Решение:

а) допустимый стаж работы (T_1) составит:

$$T_1 = КПН_{25} / (K \cdot N \cdot Q)$$

где: $КПН_{25} = 0{,}5 мг/м^3 \cdot 248 смен \cdot 25 лет \cdot 7 м^3 = 21\ 700$ мг.

$T_1 = 21700 / (0{,}9 \cdot 248 \cdot 7) = 13{,}9$ лет.

Таким образом, вновь принимаемый рабочий может проработать на данном рабочем месте при существующих условиях 14 лет.

б) Рассчитаем класс условий труда:

$ПН_{25} / КПН_{25} = (0{,}9 \cdot 248 \cdot 25 \cdot 7) / 21\ 700 = 1{,}8$,

т.е. условия труда вредные, класс 3.1.

Определение сокращения продолжительности жизни расчетным путем.

(Этот показатель характеризует скрытый ущерб здоровью, является обобщенной характеристикой ущерба неидентифицируемых результатов воздействия опасных факторов на человека.)

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:

$$СПЖ_{\Sigma} = СПЖ_{пр} + СПЖ_{г} + СПЖ_{б}, \quad (1.1.)$$

где $СПЖ_{пр}$ $СПЖ_{г}$ $СПЖ_{б}$ - сокращения продолжительности жизни при пребывании человека соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).

Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется: по фактору неблагоприятных условий производства:

$$СПЖ_{пр} = (К_{пр}+К_{т}+К_{н})\cdot (Т - Т_{н}), \quad (1.2.)$$

где $К_{пр}$, $К_{т}$, $К_{н}$ - ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год; Т - возраст человека, год; $Т_{н}$ - возраст начала трудовой деятельности.

по фактору неблагоприятных условий городской среды:

$$СПЖ_г = (К_{г1} \cdot Т + К_{г2} \cdot t/24) \cdot Т_т, \quad (1.3)$$

где $К_{г1}$, $К_{г2}$ - скрытый ущерб здоровью в условиях городской среды соответственно от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут/год (табл.); t - время (ч), затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, отнесенное к 24 часам в сутках; $Т_т$ - количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу.

Сокращение продолжительности жизни по фактору неблагоприятных бытовых условий при условии курения человеком определяется по формуле:

$$СПЖб = К_{б1} \cdot Т + К_{б2} \cdot Т_к \cdot n/20, \quad (1.4)$$

где $К_{б1}$ и $К_{б2}$ - скрытый ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных бытовых условий и от курения, сут/год; n - количество выкуриваемых сигарет в день, соотнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым; $Т_к$ - стаж курильщика, лет.

Пример решения задачи

Определить величину сокращения продолжительности жизни (СПЖ) (сут) рабочего в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания и образа жизни.

На рабочем месте присутствует вещество раздражающего действия в концентрации, дважды превышающей допустимую. Эквивалентный уровень шума составляет 82 дБа, вибрация локальная 100 дБ. Температура в помещении составляет 23°С, при этом рабочий относится к категории IIа по уровню энергозатрат. Естественное освещение оценивается коэффициентом КЕО = 1,2, искусственное освещение соответствует нормативным значениям. Труд рабочего связан с тремя факторами тяжести трудового процесса и одним фактором, характеризующим напряженность трудового процесса, имеющими значения в области допустимых значений

Живет рабочий в городе около завода, ему 50 лет, трудиться начал с 25 лет, выкуривает около 5 сигарет в день в течении 10 лет. Время в пути до работы наземным городским транспортом составляет 1 час.

Решение

1. Определяем ущерб здоровью, наносимый производственными факторами $К_{тр}$. В соответствии с заданными условиями, по химическому фактору класс условий труда 3.1, по эквивалентному уровню звукового давления 3.1, по воздействию вибрации, метеоусловиям и освещению класс условия труда соответствует допустимому. Значит общая оценка условий труда рабочего при наличии двух факторов класса 3.1 будет равна 3.1, а $К_{тр}$ = 3,75.
2. Определяем ущерб здоровью работника на основании оценки тяжести трудового процесса. При наличии трех факторов класса 2 общая оценка труда по показателю тяжести соответствует 3.1, значит $К_{т}$ = 2,5.
3. Определяем ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса. Поскольку по показателю напряженности труд рабочего находится в области допустимых значений, то $К_{н}$ = 0.

4. Определяем снижение продолжительности жизни по фактору неблагополучных условий производства:

$$СПЖ_{пр} = (3,75 + 2,5)\cdot(50-25) = 156,25 \text{ (сут)}$$

5. Определяем время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его в городских условиях:

$$СПЖ_{г} = 5\cdot 50 + 2 \cdot 2/24 \cdot 25 = 254,16 \text{ сут.}$$

6. Определяем сокращение продолжительности жизни по фактору неблагоприятных бытовых условий

$$СПЖ_{б} = 7\cdot 50 + 50 \cdot 5/20 \cdot 10 = 475 \text{ сут.}$$

7. Определяем итоговое сокращение продолжительности жизни человека $СПЖ_{\Sigma} = 156,25 + 254,16 + 475 = 885,41$ сут. или 2,4 года.

Спасибо за внимание!