

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Охрана труда»

**МЕТОДЫ ТИПОВЫХ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ
УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ
(методическое пособие для студентов
всех специальностей)**

М и н с к 1984

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Охрана труда"

МЕТОДЫ ТИПОВЫХ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ
УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

(методическое пособие для студентов
всех специальностей)

М и н с к 1 9 8 4

С.Н.Винерский, И.К.Игнатик, М.А.Кутейко,
А.М.Лазаренков, Н.М.Рыков, Л.И.Серикова

В методическом пособии представлены методы расчетов искусственного освещения, расчет тепловыделений и общеобменной вентиляции, акустический расчет производственных помещений, расчет виброизоляции рабочих мест.

Данное методическое пособие предназначено для студентов инженерно-технических вузов.

Рецензенты:

Л.А.Минич, Р.С.Шакиров

В В Е Д Е Н И Е

В решениях съездов КПСС, пленумах развития народного хозяйства всегда уделялось и уделяется большое внимание улучшению условий труда во всех отраслях народного хозяйства.

В Программе Коммунистической Партии Советского Союза, принятой на XXII съезде КПСС, отмечается:

"Всемерное оздоровление и облегчение условий труда - одна из важных задач подъема народного благосостояния. На всех предприятиях будут внедрены современные средства техники безопасности и обеспечены санитарно-гигиенические условия, устраняющие производственный травматизм и профессиональные заболевания".

В нашем социалистическом обществе забота о здоровье человека осуществляется и при заведомо неоплачиваемых затратах.

Улучшение условий труда имеет большое экономическое значение, так как приводит к повышению производительности труда, качеству продукции, сокращению брака.

Мероприятия по улучшению условий труда дают и большой социальный эффект: снижают травматизм, число профзаболеваний, текучесть кадров, повышают интерес к работе, престиж профессии и т.д.

Цель настоящих методических указаний - помочь студенту-дипломнику при решении вопросов, связанных с оценкой и анализом параметров условий труда на рабочем месте, выбором мероприятий по их улучшению и расчетом необходимых устройств.

1. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Задачей расчета является определение потребной мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности или, при известном числе и мощности ламп, определение ожидаемой освещенности на рабочей поверхности.

При проектировании осветительной установки необходимо:

1. Выбрать тип источника света. Для освещения производственных зданий должны применяться газоразрядные лампы: если температура воздуха менее $+10^{\circ}\text{C}$ и напряжение в сети переменного тока может падать ниже 90% номинального, следует отдать предпочтение лампам некаливания.
2. Выбрать систему освещения. Экономичнее система комбинированного освещения, но в гигиеническом отношении более совершенна система общего освещения. При выполнении работ I-IV, Уа и Уб разрядов следует применять систему комбинированного освещения.
3. Выбрать тип светильника с учетом загрязненности воздушной среды в соотношении с требованиями распределения яркостей в поле зрения и с требованиями взрыво- и пожаробезопасности.
4. Произвести распределение светильников и определить их количество. Светильники могут располагаться рядами, в шахматном порядке, ромбовидно. Обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение L/H_p составляет для светильников: "Глубокоизлучатель" - 1,4; "Универсаль" - 1,5; "Люцета" - 1,4; "Шар молочного стекла" - 2,0; ВЗГ-2,0; ОД-1,4; ПЛ-1,5.
5. Определить нормируемую освещенность на рабочем месте. Для этого необходимо определить характер выполняемой работы по наименьшему размеру объекта различения, оценить контраст объекта с фоном и фон на рабочем месте и по СНиП II-4-79 в соответствии с выбранной системой освещения и источником света, найти минимальную нормируемую освещенность.

Для расчета искусственного освещения пользуются в основном

тремя методами.

Метод светового потока (коэффициенте использования) является основным для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности. Световой поток лампы F_L (лм) при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах рассчитывают по формуле

$$F_L = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta}, \quad [\text{лм}] \quad (1.1)$$

где E_n - нормированная минимальная освещенность, лк; / 2 /
 S - площадь освещаемого помещения, м²;
 Z - коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $\frac{E_{\text{сп}}}{E_{\text{мин}}}$, значения которого обычно находятся в пределах 1,1-1,5 (в среднем 1,2);

K - коэффициент запаса, принимаемый равным 1,3-1,5;
 N - число светильников в помещении;
 η - коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от к.п.д. и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потока (ρ_p) и стен (ρ_c), высоты подвеса светильников и размеров помещения.

Значение коэффициента η определяют по таблицам / I / в зависимости от коэффициентов отражения светового потока от потолка и стен и показателя помещения i , определяемого из отношения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A+B)}, \quad (1.2)$$

где A и B - две характерных размера помещения;

H_p - высота светильников над расчетной поверхностью.

Необходимое число светильников N определяется в следующем порядке (рис. 1.1). Определяют расстояние между центрами светильников $L = H_p \cdot m$, где m - наимыгоднейшее отношение L/H_p ; L свыше 6 м не рекомендуется.

Расстояние от стен до первого ряда светильников при наличии у стен рабочих мест принимается равным $a = \frac{1}{3} L$, а при отсутствии рабочих мест у стен - $a = \frac{1}{2} L$.

Расстояние между крайними рядами светильников, расположенными у противоположных стен равно:

$$\text{по ширине помещения } C_1 = B - 2a, \quad (1.3)$$

$$\text{по длине помещения } C_2 = A - 2a, \quad (1.4)$$

тогда количество рядов светильников, которые можно расположить между крайними рядами равно

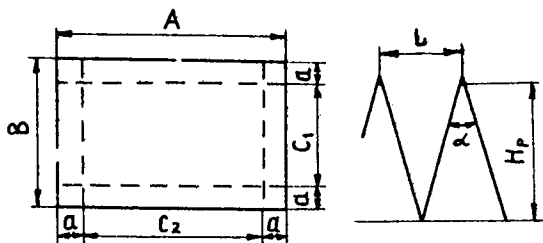


Рис.11. Схема размещения светильников

по ширине $n_1 = \frac{c_1}{L} - 1;$ (1.5)

по длине $n_2 = \frac{c_2}{L} - 1.$ (1.6)

Общее количество рядов светильников: по ширине $n' = n_1 + 2;$
по длине $n'' = n_2 + 2;$ тогда общее число светильников в помещении равно $N = n' \cdot n''.$

Подсчитав по вышеприведенной формуле световой поток ламп F_{λ} по таблицам / 3 / подбирают ближайшую стандартную лампу и определяют электрическую мощность всей осветительной системы. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до -10 и $+20\%$, в противном случае задается другая схема расположения светильников.

Точечный метод применяют для расчета локализованного и местного освещения, освещения наклонных плоскостей и для проверки расчете равномерного общего освещения, когда отраженным световым потоком можно пренебречь.

Если метод используется для расчета освещения горизонтальной поверхности, то формулы методе принимают вид: при определении мощности (светового потока) лампы, необходимой для создания заданной освещенности

$$E_{\lambda} = \frac{1000 E_{\kappa}}{\mu \sum e}; \quad [лк] \quad (1.7)$$

при определении освещенности, создаваемой с известным потоком

$$E = \frac{E_{\lambda} \mu \sum e}{1000 \kappa}; \quad [лк] \quad (1.8)$$

где $\sum e$ - сумма условных освещенностей (для контрольной точки);

μ - коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий действие удаленных светильников и отраженного света;

K - коэффициент запаса. Значение коэффициента μ колеблется от 1,0 до 1,8.

Для производственных помещений μ можно считать равным 1,1 - 1,15 и только при заведомо хорошо отражающих потоках и стенах μ можно повысить до 1,2 - 1,25.

Условная освещенность определяется при условном потоке лампы в каждом светильнике, равном 1000 лм, и может быть найдена как расчетным путем, так и на основании пространственных кривых равных значений освещенности (кривые пространственных изолукс).

Расчет освещенности горизонтальной поверхности E_r от точечного источника с использованием кривых светораспределения светильника ведется в следующей последовательности:

1. Определяется тангенс угла падения светового луча в расчетную точку от каждого источника

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p}, \quad (1.9)$$

где d - расстояние от расчетной точки до проекции оси симметрии светильника на плоскость, ей перпендикулярную и проходящую через расчетную точку.

2. По найденному тангенсу определяют угол α и $\cos^3 \alpha$.

3. По кривой распределения силы света заданного светильника определяется сила света I_α условной лампы для найденного угла α .

4. Подсчитывается освещенность горизонтальной поверхности от каждого светильника с условной лампой

$$e_r = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{H_p^2} \cdot [\text{лк}] \quad (1.10)$$

5. Суммарная условная освещенность горизонтальной поверхности в проверяемой точке равна сумме освещенностей от отдельных источников $\sum e_r = e_{r1} + e_{r2} + \dots + e_{rn}$. (1.11)

6. Определяется реальная освещенность горизонтальной поверхности в проверяемой точке

$$E_r = \frac{F_n \mu \sum e_r}{1000 K} \cdot [\text{лк}] \quad (1.12)$$

Освещенность на наклонной поверхности E_n определяется по

формуле
$$E_H = E_r \left(\cos \theta + \frac{e}{H_p} \sin \theta \right), [лк] \quad (4.13)$$

где e - кратчайшее расстояние от проекции оси симметрии светильника на горизонтальную плоскость, проходящую через точку расчета, до следа с расчетной плоскостью;

θ - угол наклона расчетной плоскости по отношению к плоскости, перпендикулярной оси симметрии светильника

Значительно менее трудоемок расчет с помощью пространственных кривых равных значений освещенности (рис.12 горизонтальной освещенности для светильника прямого света, рис.13-для люминесцентных ламп) / I /

РАССТОЯНИЕ ОТ ОСИ СВЕТИЛЬНИКА d , м

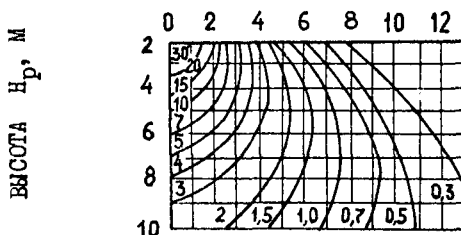


Рис.1.2. Пространственные кривые равных значений горизонтальной освещенности для светильников типа прямого света.

Подобные кривые используются, если источник света можно считать точечным (лампы накаливания). Люминесцентные лампы, имеющие протяжную светящую поверхность, не являются точечными источниками света. Однако если отношение длины l_u источника света к высоте H_p его подвеса над расчетной поверхностью $l_u / H_p < 0,6$, то источник можно считать точечным. Ошибка расчета не превышает - 5%.

Расчет ведется в следующем порядке:

1. Определяется расстояние v и w (рис.1.4) до контрольной точки А.
2. Определяется отношение v/H_p и w/H_p .

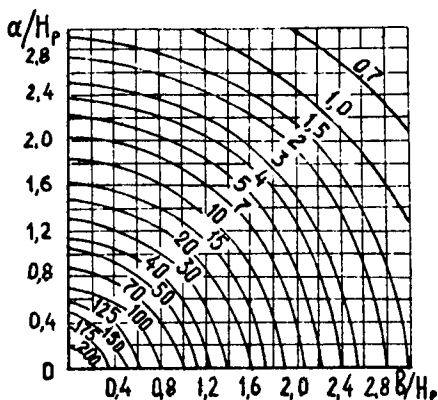


Рис.1.3. Кривые разных значений горизонтальной освещенности для люминесцентных ламп

3. По пространственным кривым равных значений горизонтальной освещенности для люминесцентных ламп (рис.1.3) определяется условная освещенность e_{y_r} .

4. Суммарная условная горизонтальная освещенность от совместного действия n источников.

$$\sum e_{y_r} = e_{y_1} + e_{y_2} + \dots + e_{y_n}. \quad (1.14)$$

5. Определяем фактическую горизонтальную освещенность

$$E_p = \frac{F_{\lambda} \mu \sum e_{y_r}}{H_p^2 \cdot k \cdot 1000} \cdot [\text{лк}] \quad (1.15)$$

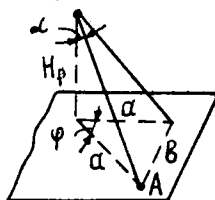


рис.1.4. Схема для расчета освещенности от точечного светящегося элемента

Освещенность вертикальной поверхности определяют в соответствии с освещенностью горизонтальной поверхности по формуле

$$E_B = E_r \frac{B_B}{H_p}, \quad [\text{лк}] \quad (1.16)$$

где B_B - расстояние по перпендикуляру от оси светильника до вертикальной плоскости, проходящей через расчетную точку.

В том случае, когда люминесцентный источник нельзя считать точечным (т.е. $\rho_u / H_p > 0,6$), освещенность следует рассчитать как от линейного светящегося элемента, или как от светящейся линии в зависимости от взаимного расположения освещаемой поверхности и светильников. Если длина светящего элемента превышает в 3 раза расстояние, на котором определяется освещенность, или если отношение расстояния между торцами светильников к их высоте над расчетной поверхностью не превышает 0,5, то в этих случаях распределение освещенности вдоль ряда практически равномерно. При таком размещении можно отказаться от определения освещенности от каждого светильника в отдельности, считая, что они образуют непрерывную светящуюся линию. В противном случае освещенность определяется по правилам расчета от линейного светового элемента.

Порядок расчета освещенности в точке А от светящейся линии следующий (рис.1.5)

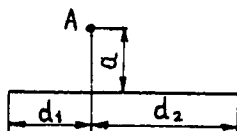


Рис.1.5. Схема для расчета освещенности от светящейся линии

1. Определяется ряд характерных размеров: относительное расстояние от проекции оси светящейся линии на плоскость расчета до расчетной точки А

$$\rho' = \frac{d}{H_p}; \quad (1.17)$$

относительный размер светящейся линии от проекции точки А на ось светильника

$$D_1 = \frac{d_1}{H_p}; \quad (1.18)$$

относительный размер светящейся линии от проекции точки А на ось светильника до конца линии

$$D_2 = \frac{d_2}{H_p}. \quad (1.19)$$

2. По кривым равных значений относительной освещенности для заданного типа светильника определяют относительную освещенность (рис.1.6) / 1,3 /

3. Рассчитывают фактическую освещенность в точке А по формуле

$$E_A = \frac{F_n \sum e}{1000 \cdot K \cdot H_p \cdot D_B}, \quad [\text{лк}] \quad (1.20)$$

где D_B - длина светильника плюс расстояние между торцами, м.

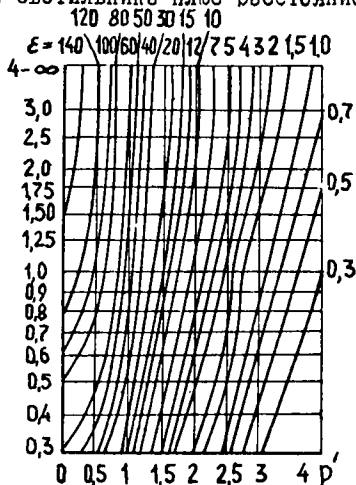


Рис. 1.6. Кривые равных значений относительной освещенности для светильников типов Ω

Метод удельной мощности (метод -Ватт) является наиболее простым, но и наименее точным, поэтому его применяют только при ориентировочных расчетах. Этот метод позволяет определять мощность каждой лампы для создания в помещении нормируемой освещенности

$$P_{\lambda} = \frac{P S}{N}, \quad (1.21)$$

где P_{λ} - мощность одной лампы, Вт;

S - площадь помещения;

P - удельная мощность, Вт/м²;

N - число ламп в осветительной установке.

Л и т е р а т у р а:

1. Кнорринг Г.М. Справочник для проектирования электрического освещения. Л., "Энергия", 1968
2. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. М., Стройиздат, 1980.
3. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под.ред.Кнорринга Г.М. М., "Энергия", 1976.

2. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ

При расчете тепловыделений необходимо исходить из следующего:

1. Количество тепла, выделяемого людьми зависит от интенсивности выполняемой ими работы. При легкой работе оно меньше 150 ккал/ч, при работе средней тяжести - от 150 до 250 ккал/ч, при тяжелой работе более 250 ккал/ч (если точный характер работы не известен, то принимается 150 для легкой, 200 - для средней и 250 - для тяжелой работы). Отсюда:

$$W_1 = 150 \text{ (250) ккал/ч} \times \text{число рабочих,} \quad \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \quad 12.1/$$

2. При полном переходе механической энергии в тепловую выделяется: при затрате 1 л.с - 632 ккал (округленно 630);

при затрате 1 кВт - 864 ккал (округленно 860).

Практически производственные механизмы выделяют в виде тепла лишь часть энергии - около 80 %. Поэтому величину тепловыделений от механизмов можно подсчитать по формуле:

$$W_2 = 0,8 N \cdot 860 \text{ или } 0,8 \cdot N \cdot 630, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \quad 12.2/$$

где N - суммарная мощность одновременно работающих механизмов.

3. Тепловыделение с поверхности нагретых производственных агрегатов происходит за счет:

а) конвекции, причем величина ее зависит от разницы температур нагретой поверхности и воздуха, от величины поверхности и ее положения (вертикальные поверхности отдают конвекцией тепле меньше чем горизонтальные);

б) лучеиспускания по направлению к более холодным внешним ограждениям помещения; величина его зависит от температуры нагретой поверхности и ее площади.

Суммарно тепловыделения с нагретых производственных поверхностей вычисляются по формуле:

$$W_3 = \alpha \cdot \Delta t \left[\sqrt[4]{\frac{\Delta t}{\Delta t}} + C \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \right] \quad \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}} \quad 12.3/$$

где α - коэффициент конвекции, равный для вертикальных поверхностей 2,2, для горизонтальных 2,8;

Δt - разность температур нагретой поверхности и температуры воздуха (при расчете исходить из желаемой температуры воздуха);

C - приведенный коэффициент лучеиспускания материалов (взаимно облучаемых) равный 3,4;

T - абсолютная температура нагретой поверхности; °K

T - абсолютная температура поверхности стен (обычно ее принимают на 3-5° ниже желательной температуры воздуха), °K

При невысоких температурах поверхности оборудования (до 50°C) излучения незначительны и расчет можно производить только по первой половине (левой части) формулы:

$$W_3' = \alpha \cdot \Delta t \sqrt{\Delta t}, \quad \text{ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \quad 12.3'$$

учитывающей конвекционные тепловыделения.

4. Тепловыделение от нагретого и остывающего в помещении материала (нагретого металла, горячей жидкости и т.п.) вычисляют по формуле:

$$W_4 = P \cdot C (t_{нач} - t_{кон}), \quad \text{ккал/ч} \quad 12.4)$$

где P - вес материала, кг;

C - теплоемкость материала (количество калорий тепла, необходимое для нагревания 1 кг материала на 1°);

$t_{нач}$ - температура нагретого материала при поступлении в помещение;

$t_{кон}$ - температура нагретого материала при уносе из помещения.

5. Тепловыделения от расплавленного металла вычисляют по формуле:

$$W_5 = P \cdot C_{жж} (t_{нач} - t_{пл}) + P \cdot S + P \cdot C_T (t_{пл} - t_{кон}), \quad \text{ккал/ч} \quad 12.5)$$

где P - вес остывающего металла;

$C_{жж}$ - теплоемкость в жидком состоянии;

C_T - теплоемкость в твердом состоянии;

$t_{нач}$ - температура металла при поступлении в помещение;

$t_{пл}$ - температура плавления данного металла;

$t_{кон}$ - температура металла при его остывании или в момент уноса из помещения;

S - скрытая теплота плавления данного металла.

6. Тепло, вносимое за счет солнечной радиации, учитывается только в теплое время года. Количество его приблизительно равно тому, которое теряется помещением через внешние ограждения благодаря разнице температур снаружи и внутри. Поэтому при приближенных вычислениях его можно не учитывать, если не учитываются теплотери. В случае необходимости точного подсчета, например, при

очень большой площади остекления и др. для средней полосы СССР можно пользоваться следующими данными: для окон, ориентированных на юг, количество тепле принимают равным 150 ккал/м².ч; для окон, ориентированных на юго-запад и юго-восток - 100 ккал/м².ч; для стен соответственно 10 и 7,5 ккал/м².ч; для плоских перекрытий - 20 и 15 ккал/м².ч; при ориентировке на запад и восток эти цифры уменьшаются на 1/3.

Таблице 2.1

Температуры плавления и теплоемкость некоторых металлов в твердом и жидком состоянии

Материалы	!	°С	!	!
Железо	!	1528	!	0,11 ! 0,196
Сталь	!	1300 - 1500	!	0,11 ! 1,25
Чугун	!	1050 - 1250	!	0,11 ! -
Медь	!	1015 - 1200	!	0,93 ! 0,138
Цинк	!	412 - 415	!	0,094 ! 0,15
Свинец	!	334	!	0,031 ! 0,040
Алюминий	!	600 - 700	!	0,212 ! 0,282

7. Общее количество тепловыделений подсчитывается по формуле:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \quad 12.6/$$

Л и т е р а т у р а

1. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда/ Под ред. Израэльсон З.И., Тарасенко Н.Ю. изд. 4-е, -М.: Медицина, 1973.

3. РАСЧЕТ ВОЗДУШНЫХ ДУШЕЙ

3.1. Основные положения / 1,2 /

Воздушное душирование применяется на рабочих местах производственных помещений:

- а) при воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью 349 Вт/м^2 (300 ккал/ч.м^2) и более, а также интенсивностью $174,5 - 349 \text{ Вт/м}^2$ ($150 - 300 \text{ ккал/ч.м}^2$) при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более $0,2 \text{ м}^2$;
- б) при температуре воздуха в рабочей зоне, превышающей значения, установленные ГОСТом 12.1.005-76 / 3 /;
- в) при открытых производственных процессах с выделением вредных газов и паров и отсутствии местных укрытий.

Душирующие установки в рабочей зоне должны обеспечивать следующие параметры температуры и скорости движения воздуха:

- а) при тепловом облучении более 349 Вт/м^2 ($300 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч}$) - значения температуры и скорости, приведенные в табл. 3.1.;
- б) при тепловом облучении от $174,5$ до 349 Вт/м^2 (от 150 до $300 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч}$) и при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более $0,2 \text{ м}^2$ - значения температуры, приведенные в табл. 3.2. и 3.3, и скорости воздуха, превышающие на $0,2 \text{ м/с}$ значения, приведенные в табл. 3.2 и 3.3;
- в) при душировании, применяемом для борьбы с конвективным теплом - значения, приведенные в табл. 3.2. и 3.3;
- г) при душировании, применяемом для борьбы с вредными газами и парами (при отсутствии или при незначительных тепловыделениях) - значения температуры, приведенные в табл. 3.2 и 3.3.

В качестве расчетных значений температуры наружного воздуха следует принимать: расчетные параметры А - для теплого периода года и Б - для холодного и переходного периодов года / 4 /.

Интенсивность теплового облучения на рабочих местах определяется характером работы. В тех случаях, когда интенсивность теплового облучения на рабочем месте не постоянна, для расчета следует принимать не максимальные величины, а преобладающие в течение рабочей смены.

Нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании

Период года	Категория работы	Температура, °С (верхняя строка), и скорость, м/с (нижняя строка), при интенсивности теплового облучения, Вт/м ² (ккал/ч.м ²)				
		349-698 (300-600)	698-1396 (600-1200)	1396-2094 (1200-1800)	2094-2792 (1800-2400)	>2792 (>2400)
Теплый	Легкая	<u>22-24</u>	<u>21-23</u>	<u>20-22</u>	<u>19-22</u>	<u>19-20</u>
		0,5-1	0,7-1,5	1-2	2-3	2,5-3,5
	Средней тяжести	<u>21-23</u>	<u>20-22</u>	<u>19-21</u>	<u>18-21</u>	<u>18-19</u>
		0,7-1,5	1,5-2	1,5-2,5	2-3,5	3-3,5
	Тяжелая	<u>20-22</u>	<u>19-21</u>	<u>18-20</u>	<u>18-19</u>	<u>18-19</u>
		1-2	1,5-2,5	2-3	3-3,5	3-3,5
Холодный и переходный	Легкая	<u>22-23</u>	<u>21-22</u>	<u>20-21</u>	<u>19-22</u>	<u>19-22</u>
		0,5-0,7	0,5-1	1-1,5	1,5-2	1,5-2
	Средней тяжести	<u>21-22</u>	<u>20-21</u>	<u>19-20</u>	<u>19-21</u>	<u>19-21</u>
		0,7-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2-2,5
	Тяжелая	<u>20-21</u>	<u>19-20</u>	<u>18-19</u>	<u>18-19</u>	<u>18-19</u>
		1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	2,5-3

Примечание. Интенсивность теплового облучения определяется как средняя в течение 1 ч.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный периоды года

Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С
Легкая - I	19-25	75	0,2	15-26
Средней тяжести-IIа	17-23	75	0,3	13-24
Средней тяжести-IIб	15-21	75	0,4	13-24
Тяжелая-III	13-19	75	0,5	12-19

При облучении более 2094 Вт/м^2 (1800 ккал/ч.м^2) воздушный душ не может дать полноценного охлаждающего эффекта. В этом случае кроме душирования следует предусматривать воздушные и воздушно-тепловые оазисы.

Интенсивность теплового облучения на рабочих местах отдельных производств дана в табл. 3.4.

Поток воздуха из душирующего патрубка должен омывать голову, туловище и верхнюю часть ног человека.

Ось воздушного потока направляют горизонтально или сверху под углом 45° :

- на грудь человека (при обеспечении на рабочем месте заданных значений температуры и скорости движения воздуха) или
- в лицо (при обеспечении на рабочем месте допустимых концентраций вредных веществ).

Расстояние от кромки душирующего патрубка до рабочего места должно быть не менее 1 м, минимальный диаметр патрубка - 0,3 м.

При постоянных рабочих местах расчетная ширина рабочей площадки принимается равной 1 м.

Если нормативные условия нельзя обеспечить за счет повыше-

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в теплый период года

Категория работ	Температура воздуха в помещениях, °С		Относительная влажность, %, в помещениях	Скорость движения воздуха, м/с, в помещениях		Температура во духе в постоянных рабочих мест, °С, в помещениях	
	с незначительным избытком явного тепла	со значительным избытком явного тепла		с незначительным избытком явного тепла	со значительным избытком явного тепла	с незначительным избытком явного тепла	со значительным избытком явного тепла
Легкая-I	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	При 28°С не более 55	0,2-0,5	0,2-0,5	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца
Средней тяжести-IIa	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	При 27°С не более 60	0,2-0,5	0,3-0,7	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца
Средней тяжести-IIб	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28	При 26°С не более 65	0,3-0,7	0,5-1,0	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца
Тяжелая-III	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 26	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 26	При 26°С не более 65 При 25°С не более 70 При 24°С и ниже не более 75	0,3-0,7	0,5-1,0	Не более чем на 3 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца	Не более чем на 5 выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца

Интенсивность теплового облучения на рабочих местах для некоторых видов производства

Вид производства	Рабочие места	Интенсивность теплового облучения, ккал/ч.м ²
Кузнечно-прессовые цеха	у нагревательных печей, прессов, ГМ и молотов	1200-1800
	места складирования нагретых поковок (штамповок), пульта управления, кабины крановщиков	600-1200
	места складирования поковок	300-600
Литейные цеха	у индукционной печи, у печи ДМК при выпуске металла	1800
	на разливке металла, на местах заливщика и шлаковщика на конвейере, у вибраторов для выовки стержней, на площадке для направления электродов	1200-1800
	на загрузке плавильных и обжигательных печей	600-1600
	на загрузочной площадке, у копильника вогранки, у выовной решетки на конвейере	600-1200
Термические цеха	у летки вогранки, у печи ДМК при плавке, у инерционной и механической решетки, у проемов сушил горелок	300-300
	у печей ванн с электродносоляным подогревом до 1825° С, у агрегатов для заковки и цинирования, у камерных газовых печей, у колодцев для охлаждения изделий	1200-1800
	у шахтных электропечей для цементации, у печей-ванн с электродносоляным подогревом до 800-900° С, у тигельных печей-ванн с газовым подогревом, у шахтных газовых печей, у агрегатов для отпуска, у столов для напайки твердых сплавов	300-1200
	у масляных закалочных ванн, у шахтных электропечей для отпуска, у камерных газовых печей, с выдвижным подом, у селитровых и щелочных ванн с газовым подогревом	300-600

ния скорости движения воздуха, его необходимо охлаждать или предусмотреть введение в воздушную струю распыленной воды.

При душировании наружным или охлажденным внутренним воздухом следует применять, табл. 3.5 и 3.6 :

- а) для постоянных рабочих мест цилиндрические насадки или душирующие патрубки ППД ;
 б) для площадок, в пределах которых постоянно находятся рабочие - патрубки ППД или В.В.Батурина типов ПД_В и ПД_Н.

Таблица 3.5 / I /
 Характеристики воздухоораспределителей

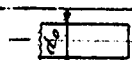

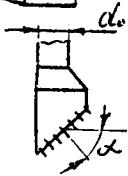

Тип воздухоораспределителя	С х е м а	Коэффициенты	
		K_1	K_2
1. Цилиндрическая труба		6,8	4,8
2. Поворотный воздухоораспределитель типа ППД		6,8	4,5
3. Душирующий патрубок Батурина!			
с верхним подводом ПД _В			
$\alpha = 30^\circ$		5,5	4,0
$\alpha = 45^\circ$		5,1	3,4
$\alpha = 60^\circ$		4,5	3,1
То же с нижним подводом ПД _Н			
$\alpha = 0 - 20^\circ$		4,5	3,1
$\alpha > 20^\circ$		4,0	2,8

Таблица 3.6 / I, 8 /

Сечение душирующих патрубков

Модель патрубка	Площадь живого сечения, м ²	
1	1	2
ППД - 5	!	0,1
П П Д - 6	!	0,16
П П Д - 8	!	0,24
П П Д - 10	!	0,41

I	!	2
П Дв - 3	!	0,14
П Дв - 4	!	0,23
П Дв - 5	!	0,36
П Дн - 3	!	0,14
П Дн - 4	!	0,23
П Дн - 5	!	0,36

3.2. Расчет воздушного душирования горизонтальными и наклонными струями при избытках тепла / 1, 2 /

3.2.1. Определяется отношение разностей температур:

$$P_T = \frac{t_{p,з} - t_p}{t_{p,з} - t_0} \quad (3.1)$$

где $t_{p,з}$ - температура воздуха в рабочей зоне (температура окружающего воздуха на рабочем месте), принимается, исходя из условий работы / 5 - 7 /, °С ;

t_p - нормируемая температура на рабочем месте, принимается по табл. 3.1 - 3.3, °С ;

$t_0 = t_{окл} + \Delta t_n$ температура воздуха на выходе из душирующего патрубка, °С ;

$t_{окл}$ температура воздуха на выходе из форсуночной камеры после адиабатического охлаждения, °С ;

Δt_n нагрев воздуха в вентиляторе и воздуховодах между форсуночной камерой и душирующим патрубком, принимается не менее 1,5° С / 1 /.

При значениях $P_T < 1$ предусматривается адиабатическое охлаждение воздуха, при $P_T > 1$ - искусственное охлаждение его.

3.2.2. Выбираем тип воздухораспределителя и определяем коэффициенты m и n , табл.3.5.

3.2.3. Определяется в зависимости от значения P_T сечение душирующего патрубка F_0 , м².

$P_T < 0,6$!	$P_T = 0,6 - 1,0$!	$P_T > 1$
$F_0 = \left(\frac{P_T x}{0,6n} \right)^2$ (3.2)		$F_0 = \left(\frac{x + 5,3P_T - 3,2}{0,75n} \right)^2$ (3.3)		$F_0 = \left(\frac{x}{0,8n} \right)^2$ (3.4)

где x - расстояние от душирующего патрубка до рабочего места;
 n - опытный коэффициент, характеризующий изменение температуры или концентрации газов по оси струи, принимается по табл. 3.5;

m - опытный коэффициент, характеризующий изменение скорости по оси струи, принимается по табл. 3.5.

3.2.4. Выбираем модель патрубка и его сечение, табл. 3.6.

3.2.5. Определяется скорость воздуха на выходе из патрубка U_0 , м/с

$P_T < 0,6$!	$P_T = 0,6 \div 1,0$!	$P_T > 1,0$
$U_0 = \frac{U_p x}{0,7 m \sqrt{F_0}} \quad (3.5)$		$U_0 = \frac{U_p}{0,7 + 0,1(0,8 m \sqrt{F_0} - x)} \quad (3.6)$		$U_0 = \frac{U_p}{0,7} \quad (3.7)$

где U_p - нормируемая скорость воздуха на рабочем месте, принимается по табл. 3.1 - 3.3, м/с.

При величинах P_T , близких к 1, могут получиться патрубки очень больших размеров. В этих случаях необходимо предусмотреть искусственное охлаждение воздуха и вести расчет по формулам, предложенным для условия $P_T > 1,0$.

3.2.6. Определяется температура воздуха, выходящего из приточного патрубка (для случая, когда $P_T > 1$):

$$t_0 = t_{p.з} - \frac{(t_{p.з} - t_p) x}{0,6 n \sqrt{F_0}}, \quad ^\circ\text{C} \quad (3.8)$$

Расчет по формулам 3.6 - 3.8 дает наиболее экономически выгодное сочетание между расходом воздуха и его температурой. Если кроме расстояния до душирующего патрубка x задан и его размер F_0 , причем $\frac{x}{\sqrt{F_0}} > 1$, то температура подаваемого воздуха определяется по формуле 3.8, а скорость движения воздуха по формуле:

3.2.7.
$$U_0 = \frac{U_p x}{0,7 m \sqrt{F_0}}, \quad \text{м/с} \quad (3.9)$$

Определяется расход воздуха, подаваемого через душирующий патрубок:

$$Q = 3600 F_0 U_0, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (3.10)$$

3.3. Расчет воздушного душирования горизонтальными и наклонными струями при выделении вредных газов / 1, 2 /

3.3.1. Определяется отношение разностей концентрации газов

$$P_K = \frac{K_{p3} - K_p}{K_{p3} - K_0} \quad (3.11)$$

где K_{p3} - концентрация газов в рабочей зоне (принимается исходя из условий работы), мг/м³;

K_p - предельно допустимая концентрация газов на рабочем месте, принимается по ГОСТ 12.1.005-76 / 3 /, мг/м³;

K_0 - концентрация газов в воздухе, подаваемом из душирующего патрубка, мг/м³.

3.3.2. Выбираем тип воздухоораспределителя и определяем коэффициенты m и n , табл. 3.5.

3.3.3. Определяется сечение душирующего патрубка F_0 , м²

$P_K < 0,4$!	$P_K = 0,4 - 1,0$
$F_0 = \left(\frac{P_K x}{0,4n} \right)^2$	(3.12)	$F_0 = \left(\frac{x + 3,7P_K - 1,5}{0,75n} \right)^2$

3.3.4. Выбирается модель патрубка и его сечение, табл.3.6.

3.3.5. Определяется скорость воздуха на выходе из патрубка v_0 , м/с

$P_K < 0,4$!	$P_K = 0,4 - 1,0$
$v_0 = \frac{v_p x}{0,5m\sqrt{F_0}}$	(3.14)	$v_0 = \frac{v_p}{0,55 + 0,14(0,8m\sqrt{F_0} - x)}$

3.3.6. Определяется температура воздуха, выходящего из патрубка

$P_K < 0,4$!	$P_K = 0,4 - 1,0$
$t_0 = t_{p3} - \frac{(t_{p3} - t_p) x}{0,45n\sqrt{F_0}}$	(3.16)	$t_0 = t_{p3} - \frac{t_{p3} - t_p}{0,45 + 0,25(0,75m\sqrt{F_0} - x)}$

3.3.7. Определяется расход воздуха, подаваемого через душирующий патрубок

$$Q = 3600 F_0 v_0, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (3.18)$$

Л и т е р а т у р а

1. Справочник проектировщика /Под.ред. Староверова И.Т., т.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха.—М.: Стройиздат, 1978.
2. Лейкин И.Н., Френкель Т.Н. Воздушные души и воздушные завесы. — М.: Машиностроение, 1977. — 5 с.
3. ГОСТ 12.1.005-76. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
4. СНиП II-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования.
5. Карпас А.А. Вентиляция и отопление литейных, кузнечных и термических цехов.—М.: Машиностроение, 1977.— 67 с.
6. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов. /Под.ред. Гримитлина М.И. — М.: Машиностроение, 1978, — 272 ср.
7. Сазонов Э.В. Отопление и вентиляция основных производственных цехов машиностроительных заводов. Воронеж. Изд-во Воронежского университета, 1977.— 58 с.
8. Справочник проектировщика/ Под.ред. Староверова И Г. т.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха.—М.: Стройиздат, 1969,

4. АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

При проектировании цехов, участков, помещений испытательных стендов необходимо разместить производственное оборудование таким образом, чтобы уровни шума на рабочих местах, с которых оборудование обслуживается, не превышали допустимые по ГОСТ 12.1.003-76 "Шум. Общие требования безопасности" и СНиП II-12-77 "Защита от шума". В случае превышения допустимых уровней шума необходимо предусмотреть меры защиты путем применения звукоизоляции, звукопоглощения.

Исходными данными для акустических расчетов производственных помещений являются: уровень звуковой мощности оборудования (в октавных полосах), планировка помещения, которая разрабатывается исходя из задания на дипломное проектирование и норм технологического проектирования соответствующих цехов и заводов.

Уровень звуковой мощности оборудования и цикл его работы должны быть указаны в техническом паспорте. При отсутствии этих данных в паспорте их нужно взять из технологической части проекта, либо принять по аналогии для однотипного оборудования или же по заданию преподавателя-консультанта раздела "Охрана труда".

Если шум оборудования возникает, в основном, за счет "выхлопа" из пневмоцилиндров отработанного воздуха, то общий уровень звуковой мощности может быть получен по формуле (75) раздела 9.7. СНиП II-12-77

$$L_{p\text{ обш}} = 80 \lg V_c + 20 \lg \rho_c + 10 \lg F_c - 44, \quad (4.1)$$

где $L_{p\text{ обш}}$ - общий уровень звуковой мощности выхлопной струи, дБА;
 V_c - скорость истечения газа через выхлопное отверстие, м/с;
 ρ_c - плотность струи в выходном сечении, кг/м³;
 F_c - площадь выхлопного отверстия, м².

Величины параметров V_c , ρ_c и F_c следует принимать на основании технологической и конструкторской частей проекта.

Зная уровни звуковой мощности всех источников шума, их расположение на плане производственного помещения, координаты рабочих мест, с которых ведется обслуживание оборудования, акустический расчет помещения ведут в следующем порядке.

I. Определяют уровни звукового давления в расчетных точках

(на рабочих местах) от каждого источника шума согласно методике, изложенной в разделе 4 СНиП II-12-77.

Полученные уровни звукового давления складывают, пользуясь табл. 4.1.

Таблица 4.1

Сложение уровней звукового давления или уровней звуковой мощности

Разность двух складываемых уровней, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к более высокому уровню, необходимая для получения суммарного уровня в дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Примечание: При пользовании табл. 4.1 следует последовательно складывать уровни в дБ, начиная с максимального. Сначала следует определять разность двух складываемых уровней, затем соответствующую этой разности добавку. После этого добавку следует прибавить к большему из складываемых уровней. Полученный уровень складывают со следующим и т.д.

2. Полученные расчетом уровни звукового давления сравнивают с допустимыми по ГОСТ 12.1.003-76 и СНиП II-12-77. Если шум на рабочих местах колеблется по времени, то прежде, чем производить сравнение с допустимым, его нужно пересчитать на эквивалентный по формуле (12) СНиП II-12-77

$$L_{экв} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_j \tau_j 10^{0,1 L_j} \right), \quad (4.2)$$

где τ_j - время в мин, в течение которого значение уровня звукового давления L_j в дБ остается постоянным;

L_j - постоянное значение октавного уровня звукового давления в дБ прерывистого шума за время τ_j , мин;

T - общее время воздействия шума, мин.

За общее время воздействия шума T мин. следует принимать: в производственных помещениях - продолжительность рабочей смены, на территориях, для которых установлены уровни шума, - продолжительность дня - (с 7 до 23 ч) или ночи (с 23 до 7 ч)

Сравнив фактический и допустимый уровень, получают требуемое снижение уровня шума.

8. Для обеспечения требуемого снижения уровня шума, определяют меры, которые его обеспечат: звукоизоляцию с помощью ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий, дверей, окон, ворот, кабин наблюдения, дистанционного управления, укрытий, кожухов), применение звукопоглощающих конструкций и экранов. В соответствии с разделами 6 и 7 СНиП II-12-77 ведут расчет конструктивных параметров шумозащитных конструкций, определяют их частотную характеристику изоляции воздушного шума.

Чтобы построить графически частотную характеристику изоляции воздушного шума той или иной конструкцией, необходимо знать граничные частоты октавных полос со стандартными среднегеометрическими частотами. Эти данные представлены в табл. 4.2. / I /

Таблица 4.2

Граничные частоты и среднегеометрические частоты

Граничные для октавных полос	!	Среднегеометрические для октавных полос
45 - 90	!	68
90 - 180	!	125
180 - 355	!	250
355 - 710	!	500
710 - 1400	!	1000
1400 - 2800	!	2000
2800 - 5600	!	4000
5600 - 11200	!	8000

Если для оценки шумов пользуются суммарным уровнем звука, то он измеряется шумомером с скорректированной частотной характеристикой, в которой при помощи соответствующих фильтров снижена чувствительность на низких частотах. В табл. 4.3 / I / дана стандартная частотная характеристика шкалы А шумомера. Если измерен спектр шума на линейной характеристике шумомера в децибелах, то пересчитывают спектр в уровень звука в децибелах А, пользуясь табл. 4.3.

Таблица 4.3

Частотная характеристика измерительного тракта
или шумомера

Частота, Гц	Относительная частотная характеристика, в дБА	Допуски на неравномерность характеристики, дБ
63	- 26,2	+ 4 - 4
125	- 16,1	+ 3 - 3
250	- 8,6	+ 3 - 3
500	- 3,2	+ 3 - 3
1000	0	+ 2 - 2
2000	+ 1,2	+ 3 - 3
4000	+ 1	+ 5,5 - 4
8000	- 1,1	+ 6 - 6

Л и т е р а т у р а

1. Справочник проектировщика. Защита от шума. Стройиздат, 1974.
2. ГОСТ 12.1.003-76. Защита от шума. Общие требования безопасности.
3. СНиП II-12-77. Защита от шума.-М., 1978.

5. ВИБРОИЗОЛЯЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Задача 5.1. Рассчитать пассивную виброизоляцию площадки для защиты людей, приборов и оборудования, находящихся на колеблющемся основании, от вредных воздействий.

Исследования показали, что вынужденные колебания перекрытия генерируются электродвигателем с частотой $f = 50$ Гц и амплитудой $A = 0,2$ мм. Требуется подобрать амортизаторы, которые уменьшили бы величину амплитуды до допустимой нормы в соответствии с ГОСТ 12.1.012-78 для постоянных рабочих мест в производственных помещениях.

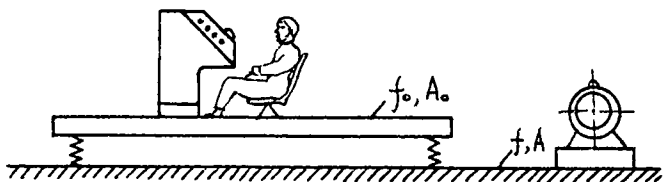


Рис. 5.1. Схеме виброизоляции рабочей площадки

Порядок расчета:

5.1.1. Задаемся требуемым коэффициентом виброизоляции $M = \frac{A_0}{\alpha \cdot A}$, где A_0 — допустимая величина амплитуды колебаний, равная 0,007 мм; α — коэффициент запаса ($\alpha = 2 \dots 4$), $\alpha = 3,5$.

$$M = \frac{0,007}{3,5 \cdot 0,2} = \frac{1}{100}$$

5.1.2. Определяем частоту собственных колебаний площадки, на которой находятся люди и оборудование.

$$f_0 = \frac{f}{\sqrt{\frac{1}{M} + 1}}, \text{ Гц}; \quad f_0 = \frac{50}{\sqrt{100 + 1}} \approx 5 \text{ Гц}.$$

Принимаем плиту из железобетона раз вром 2500x1600x100 (мм), которая весит $P = 9600$ Н. Вес человека $P_ч = 800$ н. Таким образом, суммарная статическая нагрузка на виброизоляторы составит:

$$P_{ст} = P + P_d = 9600 + 800 = 10400 \text{ (Н)},$$

5.1.3. Определяем статическую нагрузку на одну пружину:

$$P'_{ст} = \frac{P_{ст}}{n \cdot m} \text{ (Н)},$$

где n - число виброизоляторов;

m - число пружин в одном виброisolляторе.

Задавшись $n = 4$ и $m = 4$, получим:

$$P'_{ст} = \frac{10400}{4 \cdot 4} = 650 \text{ (Н)}$$

5.1.4. Определяем расчетную максимальную нагрузку на одну пружину:

$$P_g = P_{ст} + 1,5 \frac{4\pi^2 f^2 A_0}{\alpha 10g} P'_{ст} =$$

$$= 650 + 1,5 \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,007}{3,5 \cdot 10 \cdot 980} \cdot 650 = 663,5 \text{ (Н)}.$$

5.1.5. Находим величину статической осадки виброизоляторов:

$$X_{ст} = \left(\frac{5}{f_0}\right)^2 = \left(\frac{5}{5}\right)^2 = 1 \text{ (см)}.$$

5.1.6. Определяем упругость пружины виброisolлятора:

$$K = \frac{P_g}{X_{ст}} = \frac{663,5}{1} = 663,5 \text{ (Н/см)}.$$

5.1.7. Определяем диаметр проволоки пружины по формуле:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{R \cdot P_g \cdot c \cdot 1,2}{[C]}}, \text{ (см)},$$

где c - индекс пружины $c = \frac{2}{d}$, равный 5;

R - поправочный коэффициент, учитывающий кривизну витков пружины и зависящий от индексов пружины:

c	4	5	6	8	10	12
R	1,37	1,29	1,24	1,17	1,14	1,11

$[C]$ - допустимое напряжение на сдвиг для материала пружины, принимаем из табл. 5.1 $[C] = 392,4 \cdot 10^2 \text{ Н/см}^2$

$$d = 1,6 \frac{1,29 \cdot 663,5 \cdot 5 \cdot 1,2}{39240} = 0,58 \text{ (см)}.$$

Таблица 5.1

Материал	Диаметр проволоки d , мм	$[\sigma]$, Н/см ²
60С2,60С2Н2А	5 - 42	$392,4 \cdot 10^2$
50ХОРА	5 - 42	$327,4 \cdot 10^2$
4Х13	5 - 42	$294,8 \cdot 10^2$

5.1.8. Определяем средний диаметр пружины:

$$d = d \cdot c = 0,58 \cdot 5 = 2,9 \text{ (см).}$$

5.1.9. Определяем число рабочих витков i по формуле:

$$i = \frac{G \cdot d \cdot \lambda_{\max}}{8 \cdot c^3 \cdot \rho_g},$$

где $\lambda_{\max} = 1,2 \chi_{\text{ст}} = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ (см)}$;

G - модуль упругости для данной стали, равной $78,48 \cdot 10^5 \text{ Н/см}^2$

$$i = \frac{78,48 \cdot 10^5 \cdot 0,63 \cdot 1,2}{8 \cdot 5^3 \cdot 663,5} \approx 9.$$

Полное число витков i_0 (с учетом на подгибку и сошлифовку 1,05 витка)

$$i_0 = i + 1,05 = 9 + 1,05 = 10 \text{ (витков).}$$

5.1.10. Определяем высоту пружины в свободном состоянии:

$$h_0 = d (i_0 + 1) + \lambda_{\max} = 0,63 (10 + 1) + 1,2 = 8,13 \text{ (см)}$$

под рабочей нагрузкой

$$h = h_0 - \lambda_{\max} = 8,13 - 1,2 = 6,93 \text{ (см)}$$

Задача 5.2. Рассчитать параметры пассивной гидropневматической виброизоляции человека на сиденье транспортного средства в соответствии с рис.5.2. Исходные данные:

$$m_c = 10 \text{ кг};$$

$$m_ч = 5/7 \cdot 80 = 57 \text{ кг}; \quad n = 1,25; \quad \rho_0 = 65 \text{ Н/см}^2;$$

$$u = 12 \text{ см.}$$

где m_c - масса подressоренной части сиденья;

$m_ч$ - подressорная масса человека;

n - показатель политропы сжатия;

u - ход подвеки сидения.

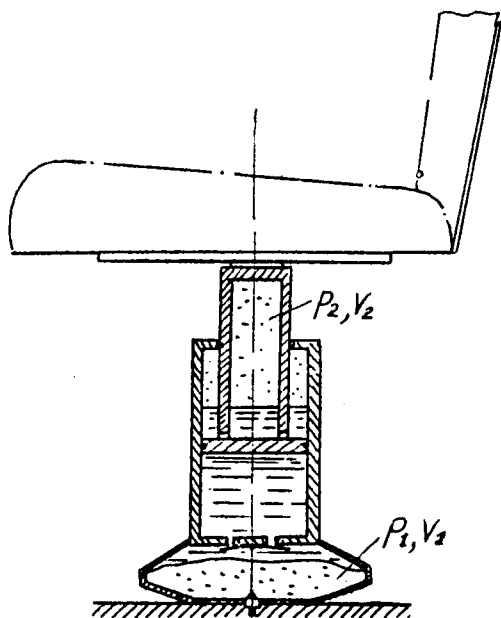


Рис. 5.2 Схема гидропневматического упругого элемента подвески сиденья.

Порядок расчета:

5.2.1 Подпитка подвески производится от воздушной системы машины, поэтому

$$d_4 \approx \sqrt{\frac{4P}{\pi p_0}} \approx$$

$$\approx \sqrt{\frac{4 \cdot 670}{3,14 \cdot 65}} = 3,6 \text{ (см)}$$

где $P = m_c + m_4$;

d_4 - диаметр цилиндра.

Принимаем $d_4 = 3,5$ см.

5.2.2. Принимаем диаметр штока $d_{шт} = 2,7$ см.

5.2.3. Подсчитываем площади поршней основной ступени S_1 и ступени "противодавления" S_2 :

$$S_1 = \frac{\pi d_4^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,5^2}{4} \approx 9,6 \text{ (см}^2\text{)};$$

$$S_2 = S_1 - \frac{\pi d_{шт}^2}{4} = 9,6 - \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} = 3,9 \text{ (см}^2\text{)}.$$

5.2.4. Поскольку ступень "противодавления" не подпитывается, то из условия

$$\frac{S_2 p_2}{S_1 p_1} = 0,05 \dots 0,20 \text{ и } P = S_1 p_1 - S_2 p_2$$

принимаем $p_2 = 10 \text{ Н/см}^2$

выбираем p_1 из условия $P = S_1 p_1 - S_2 p_2$;
 $p_1 = 74 \text{ Н/см}^2$.

Проверяем

$$\frac{S_2 p_2}{S_1 p_1} = \frac{3,9 \cdot 10}{9,6 \cdot 74} = 0,055.$$

5.2.6. Подсчитываем жесткость подвески в статическом положении:

$$C_0 = f^2 4\pi^2 m = 1,5^2 \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 67 = 6150 (\text{Н/м}) = 61,5 (\text{Н/см}).$$

5.2.7. Выбираем жесткости основной ступени C_I и ступени "противодевления" C_2 .

Приняв $C_2 = 8 \text{ Н/см}$, из условий

$$C_I + C_2 = C_0; \quad \frac{C_2}{C_I} = 1/4 \dots 1/8$$

находим $C_I = C_0 - C_2 = 61,5 - 8 = 53,5 \text{ Н/см}$.

проверяем $\frac{C_2}{C_I} = \frac{8}{53,5} = 1/7.$

5.2.8. Подсчитываем объем воздуха основной ступени V_1 и ступени "противодевления" V_2 :

$$V_1 = \frac{S_1^2 n p_1}{C_1} = \frac{9,6^2 \cdot 1,25 \cdot 74}{53,5} = 163 (\text{см}^3);$$

$$V_2 = \frac{S_2^2 n p_2}{C_2} = \frac{3,9^2 \cdot 1,25 \cdot 10}{8,0} = 23,6 (\text{см}^3).$$

Принимаем $V_1 = 165 \text{ см}^3$; $V_2 = 24 \text{ см}^3$.

5.2.9. Выбираем ход сжатия $U_{\text{сж.}} = 6,5 \text{ см}$; ход отбоя $U_{\text{отб.}} = 5,5 \text{ см}$.

тогда $U = U_{\text{сж.}} + U_{\text{отб.}} = 6,5 + 5,5 = 12 (\text{см})$

$$\frac{U_{\text{отб.}}}{U_{\text{сж.}}} = 0,8 \dots 1,0 = \frac{5,5}{6,5} = 0,85$$

5.2.10. Подсчитываем величины $p_1 S_1 = 74 \cdot 9,6 = 710 (\text{Н})$;

$$p_2 S_2 = 10 \cdot 3,9 = 39 (\text{Н}).$$

Результаты расчета характеристики восстанавливающей силы по формуле

$$F_e = p_1 S_1 \left(\frac{V_1}{V_1 - S_1 u} \right)^n - p_2 S_2 \left(\frac{V_2}{V_2 + S_2 u} \right)^n$$

сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2.

$U, \text{см}$	5,5	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0
$F_e, \text{Н}$	0	209	405	491	558	616	671

Продолжение

$U, \text{см}$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
$F_e, \text{Н}$	729	796	874	963	1072	1200	1280

Сергей Николаевич ВИНЕРСКИЙ

Иван Константинович ИГНАТИК

Михаил Антонович КУТЕЙКО

Александр Михайлович ЛАЗАРЕНКОВ

Никодим Михайлович РЫКОВ

Лилия Ивановна СЕРИКОВА

МЕТОДЫ ТИПОВЫХ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ
УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

(методические пособия для студентов
всех специальностей)

Редактор С.В.Кандыбо

Подписано в печать 31.10.83. АТ13408.

Формат 60x84^I/16. Бумага т. № 2. Офс. печать.

Усл.печ.л. 1,8. Уч.-мзд.л. 1,5. Тир. 300. Зак. 1307. Цена 3 коп.

Отпечатано на ротационте БПИ. 220027, Минск, Ленинский пр., 65.