



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Оценка санитарно – гигиенических условий труда
крановщика при работе в кабине
грузоподъемной машины**

**Методические указания
по выполнению практических занятий**

Самара

Самарский государственный технический университет

2016

Составители: И.И. Бузуев.

УДК 629.114-474.22(038)

ББК 30.82

Т 14

Оценка санитарно – гигиенических условий труда крановщика при работе в кабине грузоподъемной машины: Методические указания по выполнению практических занятий / Самар. гос. техн. ун-т; Сост.: *И.И. Бузуев*, Самара, 2016 г., 28 с.

Методические указания содержат санитарно – гигиенические требования к условиям труда крановщика при работе в кабине грузоподъемной машины, методики оценки условий труда и примеры расчетов, вопросы и задачи для практических занятий.

Предназначены для студентов специальности 280102 «Безопасность технологических процессов и производств».

Рис. 1 .Табл.: 12 . Библиогр.: 9 назв.

Печатается по решению редакционно – издательского совета СамГТУ.

Рецензент – Иванов А.В., к.т.н., директор ИЦ «ЭДО» СамГТУ.

ISBN 5-94628-163-1

© Бузуев И. И.; Овчинников А. П., 2016

© Самарский государственный
технический университет», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия являются составной частью курса «Безопасность эксплуатации грузоподъемных и транспортных машин» в рамках специальности 280102 (330500) «Безопасность технологических процессов и производств».

В методических указаниях приведена методика оценки санитарно – гигиенических условий труда крановщика, работающего в кабине управления грузоподъемной машины (ГПМ) по искусственному освещению, степени загрязненности воздуха и параметрам микроклимата, а также виброамортизационным характеристикам сиденья крановщика. Они могут быть использованы студентами при выполнении контрольной работы по данной дисциплине, а также при работе над дипломными проектами.

1. Требования, предъявляемые к санитарно – гигиеническим условиям труда крановщика при работе в кабине

Кабина ГПМ (крана) – это основное рабочее место с которого крановщик управляет его работой, т.е. наблюдает за грузозахватным органом и грузом, обеспечивая безопасность находящихся в рабочей зоне людей, сохранность оборудования и строений [1].

Для обеспечения нормальных условий и безопасности труда кабина управления ГПМ должна соответствовать – требованиям по электробезопасности, эргономике, пожарной безопасности, санитарно – гигиеническим нормам.

Санитарно – гигиенические условия в кабине определяются совокупностью характеристик по степени загрязненности воздуха, микроклимата, освещенности шуму и вибрации. Эти характеристики, как правило не должны превышать соответствующих допустимых значений, указанных в нормативных документах [2-6].

Для обеспечения необходимых санитарно – гигиенических условий работы крановщика большое значение имеет конструктивное исполнение кабин управления, конструкция которых представлена на Рис. 1.

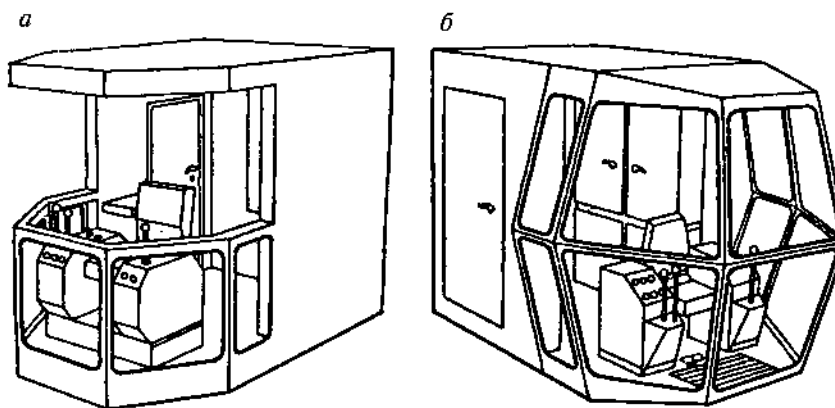


Рис. 1 Открытая (а) и закрытая (б) кабины управления

Открытые кабины устанавливают в основном на кранах, работающих в помещениях, при условии, что в зоне, где нормируемые параметры загрязнения воздуха и шума превышают допускаемые, работа крана продолжается не более 20% рабочего времени в смену.

Закрытая кабина в передней части имеет фонарь, который конструируют таким образом, чтобы обеспечить коэффициент об-

зорности (отношение площади остекления ко всей площади фонаря) не менее 0,8. Рекомендуемые углы обзора в основной зоне для стационарных закрытых кабин башенных и порталных кранов составляют «60 – 30°», мостовых и козловых кранов «– 45 – 30°». Для горячих цехов и условий холодного климата рекомендуется двойное остекление.

При работе в кабине выделяются диоксид углерода, пары влаги и тепло от самого крановщика, а также извне могут попадать вещества, используемые в соответствующем производстве, где работает ГПМ. Кроме того, в условиях солнечной инсоляции, за счет процесса радиации может возникнуть, особенно в летнее время, избыток явного тепла. В зимний период года, наоборот, может возникнуть дефицит тепла.

При ограниченном рабочем пространстве, чем является внутренний объем кабины управления, наличие вышеперечисленных факторов может привести к превышению допустимых значений загрязненности и микроклиматических показателей воздуха.

Наиболее распространенной мерой по обеспечению допустимого уровня загрязнений воздуха и параметров микроклимата является использование вентиляции и отопления.

Вентиляция в кабине применяется, как правило, приточно - вытяжная с использованием осевого вентилятора. Скорость движения воздуха в кабине должна быть $0,1 \div 0,3$ м/с.

Отопление осуществляется с помощью электрических нагревательных приборов.

В последних разработках используется система кондиционирование воздуха.

Расчет вентиляции сводится к определению количества воздуха, необходимого для удаления вредных веществ, избытков тепла и влаги и последующем подборе соответствующего вентилятора.

При выполнении работ в кабине крановщик должен находиться на рабочем месте в положении «сидя», для чего кабина оборудована стационарным сиденьем. Устанавливается сиденье таким образом, чтобы было удобно осуществлять управление пультом и вести наблюдение за грузом. Изменение положения сиденья достигается путем регулировки его по высоте и горизонтали.

Однако, при длительном нахождении в сидячем положении возникает усталость от малоподвижной позы и возможной жесткости сиденья. Кроме того, при перемещении крана во время работы суще-

ствуется вероятность появления колебаний кабины, это может привести к вибрации сиденья.

Для снижения воздействия этих факторов в конструкции сиденья предусмотрены упругие элементы, как например, амортизаторы различных типов – пружинные, резиновые с использованием пенно – и поропластов и комбинированные. Эффективность амортизаторов проверяется расчетным путем с использованием соответствующих методик в зависимости от их типа [7,8].

Большое значение для нормальной работы крановщика имеет достаточная освещенность рабочего места.

Естественное освещение кабины определяется ее конструктивным исполнением (см. Рис.1), которое обеспечивает не только необходимую обзорность во время работы, но и создает необходимый К.Е.О. в пределах нормируемых значений (1,0 – 1,5 %).

Что касается искусственного освещения, то конструктивные особенности кабины позволяют применить только общее локализованное освещение с использованием светильников рассеянного и отраженного света. В некоторых случаях используется дополнительная подсветка пульта управления сигнальными лампами.

Нормируемая величина наименьшей освещенности рабочей поверхности (пульт управления) должна быть в пределах 200 – 300 лк.

Для обеспечения заданных значений освещенности проводятся соответствующие расчеты с учетом выбранных типов светильников [8].

2. Методика проверочного расчета системы приточно - вытяжной вентиляции кабины закрытого типа

Исходные данные для расчета:

- габариты кабины;
- тип остекления кабины;
- географическое местоположение грузоподъемной машины;
- выбранная система вентиляции и тип вентилятора.

При работе крановщика в кабине закрытого типа выделяется избыток тепла и влаги от него, а также может происходить нагрев каби-

ны от солнечной радиации. В зимний и переходный период года, при нахождении на открытом воздухе кабины, происходят отдача тепла в окружающую среду. В процессе работы крановщика выделяется диоксид углерода, а извне могут проникать самые разнообразные вещества в виде пыли или газа, обладающие токсичными свойствами [9].

Внутренние размеры кабины должны быть следующие, мм, не менее: высота - 2000; ширина - 900; длина - 1300 мм; минимальный объем должен составлять 3 м³. В кабинах с невертикальной передней частью в сечении, проходящем через центр сиденья крановщика, допускается уменьшение высоты до 1600 мм. Высота кабины грузовых тележек, передвигающихся по надземному крановому пути и предназначенных для работы сидя, может быть уменьшена также до 1600 мм. Кабины мостовых и передвижных консольных кранов в тех случаях, когда расстояние между задней стенкой кабины и предметами, относительно которых она перемещается, составляет менее 400 мм, должны иметь сплошное ограждение задней стенки и боковых сторон на высоту не менее 1800 мм. Задняя сторона кабины должна ограждаться по всей ширине, а боковые стороны должны иметь ограждение шириной не менее 400 мм со стороны, примыкающей к задней стенке.

Расчет производится в следующей последовательности:

Для определения количества воздуха, подаваемого в кабину, используются зависимости, которые позволяют находить количество воздуха по отдельному виду выделяющихся вредных веществ. Для удаления выделяющейся двуокиси углерода:

$$L_{CO_2} = \frac{G_{CO_2} \cdot 10^{-3}}{K_d - K_{пр}} \quad (2.1)$$

где: G_{CO_2} – количество выделяющегося CO₂ за 1 час;

$$G_{CO_2} = n \cdot Z \quad (2.2)$$

где: n - число людей в кабине;

Z - количество выделяющейся двуокиси углерода от одного человека, г/ч; зависит от характера выполняемой работы (табл. 2.1);

K_d - предельно-допустимая концентрация CO_2 в воздухе рабочей зоны, мг/м³ – 20;

$K_{ГР}$ - количество вредных веществ (CO_2) остающихся в кабине, принимается $0,3 \cdot K_d$.

Количество влаги, выделяемое крановщиком (ω), зависит от характера выполняемой работы и температуры окружающего воздуха (табл.2.2)

Таблица 2.1

Количество выделяющейся двуокиси водорода (CO_2)

Характер выполняемой работы	В покое	Физическая легкая	Физическая средняя	Физическая тяжелая
Z , г/ч	20	35	51	68

Таблица 2.2

Количество тепла и влаги, выделяемое организмом человека

Характер выполняемой работы	Температура среды в кабине, °С									
	15		20		25		30		35	
	q	ω	q	ω	q	ω	q	ω	q	ω
В покое	100	40	70	45	50	50	30	80	0	130
Физическая легкая	100	65	70	70	60	125	30	140	0	235
Физическая средняя	110	110	80	160	70	180	35	230	0	290
Физическая тяжелая	110	185	80	200	80	300	35	350	0	430

Объем воздуха, необходимого для удаления избытка влаги, определяется по формуле:

$$L_{ВЛ} = \frac{G_{ВЛ} \cdot 10^{-3}}{\gamma(d_y - d_{П})} \quad (2.3)$$

где: $G_{ВЛ}$ - количество влаги, выделяемой в воздух, кг/ч;

γ - удельный вес приточного воздуха при заданной температуре, кг/м³ (табл. 2.3);

d_y и $d_{П}$ - содержание влаги в удаляемом и подаваемом в кабину воздухе, г/кг (табл. 2.4);

Количество влаги определяется по формуле:

$$G_{ВЛ} = \frac{\omega \cdot n}{1000} \quad (2.4)$$

где: ω - количество влаги выделяемой организмом человека в течении одного часа, г/ч;

n - количество работающих в помещении.

Количество воздуха, необходимого для удаления избытка тепла, определяется из выражения:

$$L_T = \frac{Q_{ИЗБ}}{c \cdot \gamma_{20} \cdot (t_{yx} - t_n)} \quad (2.5)$$

где: c – удельная теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/кг, °С;

γ_{20} – удельный вес воздуха при температуре 20 °С, кг/м³;

t_{yx} – температура уходящего воздуха из кабины, °С;

t_n – температура поступающего воздуха в кабину, °С;

$Q_{ИЗБ} = Q_{ПР} - Q_{РАСХ}$, для зимнего и переходного периода года, ккал/ч;

$Q_{ИЗБ} = Q_{ПР}$, для теплого периода года, ккал/ч;

$$Q_{ПР} = Q_{ЧЕЛ} + Q_{РАД.СОЛ} \quad (2.6)$$

$Q_{ЧЕЛ}$ - количество тепла, выделяемого человеком, ккал/ч.

$$Q_{ЧЕЛ} = n \cdot q \quad (2.7)$$

где: q - количество тепла выделяемого человеком в зависимости от характера выполняемой работы, ккал/ч (табл. 2.2);
 n - количество людей в помещении.

Таблица 2.3

Удельный вес приточного воздуха γ при разной температуре и давлении

Температура воздуха, °С	Вес 1 м ³ сухого воздуха в кг при атмосферном давлении, мм. рт. ст.	
	760	745
-25	1,424	1,393
-20	1,396	1,366
-15	1,368	1,341
-10	1,342	1,316
-5	1,317	1,291
0	1,293	1,267
+5	1,270	1,244
+10	1,248	1,223
+15	1,226	1,202
+20	1,205	1,181
+25	1,185	1,162
+30	1,165	1,141
+35	1,146	1,123
+40	1,128	1,106

Таблица 2.4

Содержание влаги в воздухе при различных температурах

Температура, °С	Содержание влаги в воздухе (d_v, d_n), г/кг
-15	1,1
-10	1,7
-5	2,6
0	3,8
+5	5,4
+10	7,5
+15	10,5
+20	14,4
+25	19,5
+30	20,3
+35	35,0
+40	46,3

$Q_{РАД. СОЛН.}$ - тепло, вносимое лучистой энергией солнца через внешние ограждения кабины. Количество тепла, поступающего за счет солнечной радиации, определяется по формулам:

- для остекленных поверхностей:

$$Q_{РАД}^{СТ} = F_0 \cdot q_0 \cdot A_0 \quad (2.8)$$

- для покрытий:

$$Q_{РАД}^{ПОК} = F_n \cdot q_n \cdot K_n \quad (2.9)$$

где: F_0, F_n - площади остекления и элементов ограждения зон остекления кабины ($F_0 = 0,2 \div 0,4$ площади боковой поверхности кабины $F, F = F_0 + F_n$), m^2 ;

q_0, q_n - величина солнечной радиации проходящая через $1m^2$ поверхности остекления или покрытия (табл. 2.5 и 2.6, $ккал/час \cdot m^2$);

A_0 - коэффициент, учитывающий характер остекления (табл. 2.7);

K_n - коэффициент теплопередачи покрытия, принимаем равным $0,8 ккал/m^2 \text{ час}, ^\circ C$.

Таблица 2.5

Величина солнечной радиации q_n

Покрытие	Широта географическая	Ккал/час, m^2
Беспрослойное	45°	18
	55°	15
	65°	12

Теплопотери кабины в зимний период года:

$$Q_{РАСХ} = F \cdot K \cdot (t_B - t_H) \cdot h \quad (2.10)$$

где: F – боковая поверхность кабины, m^2 ;

K - коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, ккал/м² час °С, (табл. 2.8);

h - поправочный коэффициент к расчетной разности температур, принимается равным 0,4...0,9, в зависимости от перепада температур (чем больше перепад температур, тем меньше значение коэффициента);

$t_{в}$ – температура внутреннего воздуха в кабине, °С;

$t_{н}$ – температура наружного воздуха, °С;

Таблица 2.6

Величина солнечной радиации q_0 (ккал/час·м²)

Характеристика остекленной поверхности кабины	Юг			Ю-З и Ю-В			Восток и Запад			С-В и С-З		
	45°	55°	65°	45°	55°	65°	45°	55°	65°	45°	55°	65°
Одинарное остекление	186	186	186	160	186	209	186	209	209	93	93	93
Двойное остекление с деревянным переплетом	125	125	145	110	125	145	125	125	145	65	65	60
Двойное остекление с металлическим переплетом	160	160	160	140	160	180	160	180	180	80	80	80

Таблица 2.7

Световая характеристика остекления

Характеристика остекленной поверхности	A_0
Двойное остекление	1,15
Одинарное остекление	1,45
Обычное загрязнение стекла	0,8
Сильное загрязнение стекла	0,7

Таблица 2.8

Коэффициент теплопередачи конструкции ограждения

Конструкция ограждения	K
Одинарное остекление	5
Двойное остекление при расстоянии между стеклами 5 см	3
Стальное ограждение	0,9

После чего определяется суммарное количество воздуха, подаваемого в кабину крановщика:

$$L_{\text{ОБЩ}} = L_{\text{CO}_2} + L_{\text{ВЛ}} + L_{\text{ТЕПЛ}} \quad (2.11)$$

Примечание – для проверочных расчетов промежуточные значения q , ω , γ , d_y , $d_{\text{п}}$, q_0 , $q_{\text{п}}$ определяются по данным соответствующих таблиц равномерным экстраполированием.

Пример расчета: Выполнить проверочный расчет системы приточно – вытяжной вентиляции кабины закрытого типа мостового крана с использованием осевого вентилятора.

Исходные данные:

- Габариты кабины:
 - высота кабины = 2,0 м;
 - ширина кабины = 1,2 м;
 - длина кабины = 2,2 м;
- $n-1$ – количество работающих;
- остекление кабины – одинарное беспрослойное в металлическом переплете;
- остекленность кабины – 30 % (обычное загрязнение стекла, лицевая и боковая стороны кабины);
- кран эксплуатируется - на открытом воздухе в условиях Самарской области (географическая широта 55° ; Ю-В);
- средняя температура января – « $-13,1^{\circ}\text{C}$ », июля « $+21,2^{\circ}\text{C}$ »;
- атмосферное давление – 760 мм.рт.ст.;
- характер выполняемой работы – физическая средняя;
- температура воздуха в кабине – зимой « $+16^{\circ}\text{C}$ », летом « $+28^{\circ}\text{C}$ »;
- расположение кабины по отношению к сторонам света – Юго – Восток.

Расчет производится в следующей последовательности:

При нахождении крановщика в кабине во время работы может возникнуть избыток тепла и влаги от него, а также нагрев кабины от солнечной радиации. Теплотери могут происходить в переходный и зимний период года.

Для определения необходимого количества воздуха подаваемого в кабину используются базовые формулы (2.1), (2.3) и (2.5):

- Определяем количество воздуха, необходимого для удаления выделяющейся двуокиси углерода по формуле (2.1). Для этого сначала находим количество выделяющегося CO_2 за 1 час из выражения (2.2):

$$G_{\text{CO}_2} = n \cdot z = 1 \cdot 51 = 51 \text{ г/ч};$$

$$L_{\text{CO}_2} = G_{\text{CO}_2} \cdot 10^{-3} / (K_{\text{д}} - K_{\text{пр}}) = 51 \cdot 10^{-3} / (20 - 6) = 0,0036 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K_{\text{д}} = 20 \text{ мг/м}^3; K_{\text{пр}} = 0,3 \cdot K_{\text{д}} = 6,0 \text{ мг/м}^3.$$

- Определяем количество воздуха, необходимого для удаления избытка тепла из кабины по формуле (2.3). Для этого сначала находим количество выделившейся влаги по формуле (2.4, табл. 2.2):

$$G_{\text{вл}} = \frac{\omega \cdot n}{1000} = \frac{120 \cdot 1}{1000} = 0,12 \text{ (кг/ч)} - \text{ для холодного периода года};$$

$$G_{\text{вл}} = \frac{\omega \cdot n}{1000} = \frac{210 \cdot 1}{1000} = 0,21 \text{ (кг/ч)} - \text{ для теплого периода года};$$

Для холодного периода года:

$$L_{\text{вл}} = \frac{G_{\text{вл}} \cdot 10^{-3}}{\gamma(d_y - d_{\text{п}})} = \frac{0,12}{1,36 \cdot (11,28 - 1,33) \cdot 1000} = 0,000009 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Для теплого периода года:

$$L_{\text{вл}} = \frac{0,21}{1,2 \cdot (19,98 - 15,62) \cdot 1000} = 0,00004 \text{ м}^3/\text{ч};$$

- Определяем количество воздуха, необходимого для удаления избытка тепла из кабины оператора, по формуле (2.5).

Для холодного периода года:

$$Q_{ИЗБ} = Q_{ПР} - Q_{РАС};$$

$$Q_{ПР} = Q_{ЧЕЛ} + Q_{РАСХ.СОЛН};$$

$$Q_{ЧЕЛ.} = n \cdot q = 1 \cdot 80 = 80 \text{ ккал/час};$$

$Q_{РАСХ.СОЛН.}$ - определяется по формулам (2.8) и (2.9);

$$Q_{РАД}^{СТ} = F_0 \cdot q_0 \cdot A_0 = 3,36 \cdot 186 \cdot 0,8 = 500 \text{ ккал/ч}$$

$$F_0 = 0,3 \cdot F = 0,3 \cdot 2 \cdot (1,2 + 2 \cdot 2,2) = 3,36 \text{ м}^2;$$

$$Q_{РАД}^{ПОК} = F_n \cdot q_n \cdot K_n = 7,84 \cdot 15,0 \cdot 0,8 = 94,1 \text{ ккал/ч}$$

$$F_n = F - F_0 = 11,2 - 3,36 = 7,84 \text{ м}^2;$$

$$Q_{ПР} = Q_{ЧЕЛ.} + Q_{РАД}^{СТ} + Q_{РАД}^{ПОК} = 80 + 500 + 94,1 = 674,1 \text{ ккал/ч};$$

$Q_{РАСХ.}$ - определяется из выражения (2.10)

$$Q_{РАСХ.} = F \cdot K \cdot (t_B - t_H) \cdot h = 11,2 \cdot 0,9 \cdot (16 - (-13,1)) \cdot 0,8 = 234,7 \text{ ккал/ч};$$

$$Q_{ИЗБ.} = Q_{ПР} - Q_{РАСХ} = 674,1 - 234,7 = 439,4 \text{ ккал/ч};$$

Количество воздуха, необходимого для удаления избытка тепла в зимний и летний периоды определяется по формуле 2.5.

Для зимнего периода года:

$$L_T^3 = \frac{Q_{ИЗБ}}{c \cdot \gamma_{20} \cdot (t_{yx} - t_{II})} = \frac{439,4}{0,24 \cdot 1,205 \cdot (16 - (-13,1))} = 52,2 \text{ м}^3/\text{час};$$

Для теплого периода года: $Q_{ИЗБ} = Q_{ПР} = 674,1 \text{ ккал/ч};$

$$L_T^Л = \frac{Q_{ИЗБ}}{c \cdot \gamma_{20} \cdot (t_{yx} - t_{II})} = \frac{674,1}{0,24 \cdot 1,205 \cdot (28 - 21,2)} = 342,2 \text{ м}^3/\text{час};$$

Таким образом:

- в холодный период года общее количество воздуха подаваемого в кабину:

$$L_{ОБЩ} = L_{СО_2} + L_{ВЛ} + L_T^3 = 0,0036 + 0,000009 + 52,2 = 52,21 \text{ м}^3/\text{ч};$$

- в теплый период года:

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{CO}_2} + L_{\text{вл}} + L_{\text{т}}^{\text{л}} = 0,0036 + 0,00004 + 342,2 = 342,21 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По величинам $L_{\text{общ}}$ можно выбрать соответствующий тип осевого вентилятора или провести проверочный расчет имеющегося [8].

3. Методика проверочного расчета искусственного освещения кабины

Расчет производится в следующей последовательности:

- выбор системы освещения;
- выбор источника света;
- выбор количества светильников;
- размещение светильников;
- определение нормы освещенности по табличным значениям [6,8];
- сравнительная оценка по расхождению или норм освещенности, или светового потока ламп.

Исходя из особенности работы в кабине выбирается общая система искусственного освещения с использованием ламп накаливания (люминесцентных) ламп.

Расчет можно проводить методом использования коэффициента светового потока. Расчетный световой поток лампы в этом случае определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta \cdot n_c \cdot n_a} \quad (\text{лм}) \quad (3.1)$$

где: $E_{\text{н}}$ - нормативный уровень освещенности по [6];

S - площадь пола кабины, м^2 ;

Z - поправочный коэффициент, характеризующий неравномерность освещения; при расположении светильника в середине потолка кабины $Z=1,15$ (для лампы накаливания) и $Z=1,1$ (для люминесцентных ламп);

K - коэффициент запаса, принимаем $1,1 \dots 1,5$;

n_c - число светильников;

$n_{л}$ - число ламп в светильнике;

η - коэффициент использования светового потока, зависящий от коэффициентов отражения потолка ρ_n , стен ρ_c и индекса помещения i ;

Для кабин закрытого типа со сплошным остеклением и облицованным пластиком потолком: $\rho_c = 0,1$, $\rho_n = 0,3$. Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)} \quad (3.2)$$

где: A и B - длина и ширина помещения кабины, м;

h_p - высота рабочей поверхности пульта управления от пола кабины [7].

При заданных значениях $\rho_c = 0,1$, $\rho_n = 0,3$ коэффициент η в зависимости от индекса помещения имеет следующие значения (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Значение коэффициента η

Индекс помещения, i	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
η	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,19

Определив по формуле (3.1) значение светового потока лампы находят по этому показателю необходимую лампу накаливания (люминесцентную) по таблице 3.2 или таблице 3.3 Расхождения между расчетным значением Φ_p и фактическим Φ_f не должно превышать $\pm 5\%$.

По формуле (3.1) можно определить расчетный уровень освещенности E_p , задаваясь величиной Φ_ϕ , для выбранной лампы накаливания (люминесцентной):

$$E_p = \frac{\Phi_\phi \cdot \eta \cdot n_c \cdot n_d}{K \cdot S \cdot Z} \quad (\text{лк}) \quad (3.3)$$

Величина E_p не должна превышать E_n на $\pm 5\%$.

Таблица 3.2

Технические данные ламп накаливания общего назначения

Мощность лампы, Вт	Тип лампы	Световой поток (лм) ламп при напряжении (В)			
		127	127-135	220	220-235
15	В	135	110	105	85
25	В	260	195	220	190
40	Б	490	370	400	300
40	БК	520	-	460	-
60	Б	820	650	715	550
60	БК	875	-	790	-
100	Б	1560	1250	1350	1090
100	БК	1630	-	1450	-
150	Г	2300	-	2000	-
150	Б	-	2000	2100	1840
200	Г	3200	2870	2800	-
200	Б	-	-	2920	2540
300	Г	4950	-	4600	4000
500	Г	9100	-	8300	7200
750	Г	-	-	13100	-
1000	Г	19500	-	18600	-
1500	Г	29600	-	29000	-

Технические данные люминесцентных ламп

Мощность лампы, Вт	Тип лампы	Световой поток (лм)
65	ЛДЦ65-4	2900
	ЛД65-4	3390
	ЛХБ65-4	3630
	ЛТБ65-4	3780
	ЛБ65-4	4325
80	ЛДЦ80-4	3380
	ЛД80-4	3865
	ЛХБ80-4	4220
	ЛТБ80-4	4300
	ЛБ80-4	4960

Пример расчета: провести проверочный расчет искусственного освещения кабины закрытого типа мостового крана.

Исходные данные:

- габариты кабины:
 - длина $A = 2,0$ м;
 - ширина $B = 1,1$ м;
 - высота $H = 1,8$ м;
- система освещения кабины – общая;
- светильник – тип «Плафон» с лампой, 1 шт. ($n_{\text{л}} = n_{\text{с}} = 1$);
- расположение светильника – середина потолка кабины;
- высота рабочей поверхности пульта управления от пола кабины - $h_{\text{р}} = 0,8$ м.

Выбираем общую систему освещения кабины. Светильник типа «Плафон» с лампой в количестве 1 шт. Светильник расположен на середине потолка кабины.

Нормируемая величина уровня освещенности на уровне высоты пульта управления $h_{\text{р}} = 0,8$ м. (0,8 м.) при лампах накаливания составляет 150 лк [6].

По формуле (3.2) находим индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)} = \frac{2 \cdot 1,1}{0,8 \cdot (2 + 1,1)} = 0,9;$$

По таблице 3.1 определяется коэффициент использования светового потока $\eta = 0,18$.

По формуле (3.1) находим световой поток лампы:

$$\Phi_\phi = \frac{E_n \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta \cdot n_c \cdot n_n} = \frac{150 \cdot 1,2 \cdot 2,0 \cdot 1,1 \cdot 1,15}{0,18 \cdot 1 \cdot 1} = 2530 \text{ (лм)};$$

Находим ближайшую лампу по таблице 3.2: Тип Б, мощность 200 Вт, световой поток 2540 (лм), при напряжении 220-235 В.

4. Методика проверочного расчета пружинных амортизаторов кресла крановщика

В конструкциях кресел предусмотрены различные типы амортизаторов. Наибольшее распространение получили амортизаторы с использованием цилиндрических пружин сжатия. Данная методика позволяет проверить выбранные пружины амортизаторов по основным их характеристикам от действия статических нагрузок [8].

Исходные данные для расчета:

- статическая нагрузка на амортизатор, равная весу крановщика и кресла, Р, Н;
- допускаемое напряжение на кручение материала пружины $[\tau]$, МПа;
- модуль упругости на сдвиг [G], МПа;
- число пружинных амортизаторов, n;
- Справочные данные по геометрическим характеристикам пружин (табл. 4.1):
 - наружный диаметр пружины, D, мм.;
 - диаметр проволоки пружины, d, мм.;
 - число рабочих витков пружины, i_T ;

- жесткость пружины в продольном направлении, K_T , Н/м.

Расчет производится в следующей последовательности:

- Расчетная статическая нагрузка на одну пружину:

$$P_1 = \frac{P}{n}, \text{ Н} \quad (4.1)$$

- Расчетное значение диаметра проволоки пружины:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot P \cdot \frac{D}{2}}{\pi \cdot [\tau]}}, \text{ м} \quad (4.2)$$

Расчетная величина d_p сравнивается с фактическим диаметром проволоки d пружины.

- Индекс пружины:

$$\varepsilon = \frac{D}{d} \quad (4.3)$$

- Расчетная жесткость пружины в вертикальном направлении (от статической нагрузки) K_p :

$$K_p = \frac{G \cdot d}{8 \cdot \varepsilon^3 \cdot i_p}, \text{ Н/м} \quad (4.4)$$

Должно быть выполнено условие $K_T \leq K_p$.

- Расчетное число рабочих витков пружины:

$$i_p = \frac{d^4 \cdot G}{64 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^3 \cdot K_p} \quad (4.5)$$

Условие правильности проведенных расчетов $i_p \leq i_T$.

- Максимальная деформация пружины в вертикальном направлении:

$$X = \frac{P_1}{K_p}, \text{ м} \quad (4.6)$$

- Общее число витков пружины:

$$i_0 = i_T + i_1 \quad (4.7)$$

Условие: если $i_T \geq 7$, то $i_1 = 2,5$; если $i_T < 7$, то $i_1 = 1,5$.

- Частота собственных колебаний пружины:

$$f_{oz} = \frac{5}{\sqrt{X}}, \text{ Гц} \quad (4.8)$$

где: X – максимальная деформация в вертикальном направлении, см.

- Пороговая величина колебаний, от которой начинается ее снижение:

$$f_{ib} = \sqrt{2} \cdot f_{oz}, \text{ Гц} \quad (4.9)$$

Пример расчета: провести проверочный расчет пружин сжатия амортизатора кресла крановщика автомобильного крана.

Исходные данные:

- вес крановщика $P_0 = 700 \text{ Н}$;
- вес кресла $P_k \cong (0,2 \div 0,3) \cdot P_0$; $K_k = 0,3 \cdot P_0 = 210 \text{ Н}$;
- допускаемое напряжение на кручение материала пружины $[\tau] = 430 \text{ МПа}$;
- модуль упругости на сдвиг для пружинных сталей $[G] = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$;
- число пружин n (1, 2, 3, 4 ...), например – 3.

Расчет проводится в следующей последовательности:

- Определяем расчетную статическую нагрузку на амортизатор кресла и пружину:

$$P = P_0 + P_K = 1,3 \cdot P_0 = 1,3 \cdot 700 = 910 \text{ Н.}$$

$$P_1 = P/3 = 910/3 \cong 303 \text{ Н.}$$

- По статической нагрузке P_1 из таблицы 4.1 выбираем геометрические характеристики пружины для выполнения проверочных расчетов:

Таблица 4.1

Геометрические характеристики пружин

Параметры	Типы стандартных пружин			
	ДО-38	ДО-40	ДО-42	ДО-44
Максимальная рабочая нагрузка P_1 , Н	120	340	960	2430
Диаметр проволоки d , мм	3	5	8	12
Наружный диаметр пружины D , мм	30	50	72	96
Жесткость пружины в продольном направлении Н/м (K_T)	0,46	0,83	1,68	3,64
Собственная частота вертикальных колебаний при максимальной рабочей нагрузке f_0 , Гц	3	2,5	2,1	1,9
Число рабочих витков, i_T	6,5			

Геометрические характеристики выбранной пружины:

- наружный диаметр $D = 50$ мм.;
- диаметр проволоки $d = 5$ мм.;
- число рабочих витков $i_T = 6,5$.

- Расчетное значение диаметра проволоки:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot P \cdot \frac{D}{2}}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 303 \cdot 0,025}{3,14 \cdot 430 \cdot 10^6}} = 0,0045, \text{ м.}$$

$d_p = 4,5$ мм., что не превышает фактическое значение диаметра проволоки, выбранной для расчета пружины $d_p \leq d$ (4,5 мм. < 5,0 мм.).

- Индекс пружины:

$$\varepsilon = \frac{D}{d} = \frac{50}{5} = 10$$

- Находим расчетную жесткость пружины в вертикальном направлении:

$$K_p = \frac{G \cdot d}{8 \cdot \varepsilon^3 \cdot i_T} = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot 5}{8 \cdot 10^3 \cdot 6,5 \cdot 10^3} = 7700, \text{ Н/м}$$

Условие $K_T \leq K_p$ ($0,83 < 7700$ Н/м) выполняется.

- Расчетное число рабочих витков пружины:

$$i_p = \frac{d^4 \cdot G}{64 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^3 \cdot K_p} = \frac{0,005^4 \cdot 8 \cdot 10^{10}}{64 \cdot \left(\frac{0,05}{2}\right)^3 \cdot 7700} = 6,49$$

Условие $i_p \leq i_T = 6,5$ выполняется.

- Максимальная деформация пружины в вертикальном направлении:

$$X = \frac{P_1}{K_p} = \frac{303}{7700} = 0,039 \text{ м.}$$

- Общее число витков пружины:

$$i_0 = i_T + i_1 = 6,5 + 1,5 = 8$$

- Частота собственных колебаний пружины:

$$f_{oz} = \frac{5}{\sqrt{X}} = \frac{5}{\sqrt{3,9}} = 2,54 \text{ Гц,}$$

что близко к табличным значениям f_0 .

- Пороговая величина колебаний:

$$f_{\text{п}} = \sqrt{2} \cdot f_{oz} = \sqrt{2} \cdot 2,54 = 3,6 \text{ Гц}$$

Вывод: выбранная пружина сжатия удовлетворяет основным техническим характеристикам (табл. 4.1), а амортизатор, состоящий из трех пружин, обеспечивает упругую компенсацию от общей статической нагрузки.

5. Вопросы и задачи для практических занятий

1. Назначения и конструкции кабин, применяемых на грузоподъемных машинах;
2. Требования, предъявляемые к конструкциям кабин открытого типа, область их применения;
3. Требования, предъявляемые к конструкциям кабин закрытого типа, область их применения;
4. В каких случаях кабины должны иметь сплошное ограждение задней и боковых стенок;
5. Какие требования должны быть выполнены для создания нормальных и безопасных условий труда в кабине;
6. Что понимается под санитарно – гигиеническими условиями в кабине;
7. В каких нормативных документах отражены значения санитарно – гигиенических характеристик рабочего места в кабине;
8. Какие вредные вещества могут находиться в кабине;
9. Что входит в понятие микроклимата кабины;
10. От чего зависит создание нормальных микроклиматических условий в кабине;
11. Какими средствами обеспечивается чистота воздуха и микроклимат в кабине;
12. Какие виды и системы освещения существуют в кабине;
13. За счет чего достигается удобство позы крановщика, находящегося на сиденье в кабине;
14. Провести проверочный расчет системы приточно - вытяжной вентиляции кабины закрытого типа башенного крана с использованием осевого вентилятора:
 - Габариты кабины:
 - Высота – 2,0 м.;
 - Ширина – 1,5 м.;
 - Длина – 1,5 м.;

- Количество работающих – 1 чел.;
- Остекление кабины – двойное с деревянным переплетом;
- Остекленность кабины – 50 %, обычное загрязнение стекла;
- Условия эксплуатации крана – открытый воздух, условия Самарской области, географическая широта 55° ; ЮГ;
- Средняя температура: января – « -10°C », июля « $+23^{\circ}\text{C}$ »;
- Атмосферное давление – 740 мм.рт.ст.;
- Характер выполняемой работы – физическая, тяжелая;
- Температура среды в кабине крана: зима – « $+18^{\circ}\text{C}$ », летом « $+25^{\circ}\text{C}$ »;
- Расположение кабины по отношению к сторонам света – ЮГ;

15. Провести проверочный расчет искусственного освещения кабины башенного крана закрытого типа:

- Габариты кабины:
 - Высота – 2,0 м.;
 - Ширина – 1,5 м.;
 - Длина – 1,5 м.;
- Система освещения – общая;
- Светильник:
 - тип – плафон с лампами накаливания;
 - количество ламп – 2 шт. ($n_c = 1$, $n_l = 2$);
 - расположение светильника – середина потолка кабины.
- Высота рабочей поверхности органов управления краном от пола кабины, h_p , м. – 0,7.

16. Провести проверочный расчет искусственного освещения кабины автомобильного крана закрытого типа:

- Габариты кабины:
 - Высота – 1,5 м.;
 - Ширина – 1,2 м.;
 - Длина – 0,9 м.;

- Система освещения – общая;
 - Светильник:
 - тип – плафон с лампой накаливания;
 - количество ламп – 1 шт. ($n_c = 1, n_l = 1$);
 - расположение светильника – середина потолка кабины.
 - Высота рабочей поверхности органов управления краном от пола кабины, h_p , м. – 0,75.
17. Провести проверочный расчет пружин сжатия амортизатора кресла крановщика башенного крана:
- Статическая нагрузка на амортизатор, равная весу крановщика и кресла, $P, H – 850$;
 - Допускаемое напряжение на кручение материала пружины $[\tau]$, МПа – 430;
 - Модуль упругости на сдвиг для пружинных сталей $[G]$, МПа - $8 \cdot 10^4$;
 - Число пружин, $n – 1$.
18. Провести проверочный расчет пружин сжатия амортизатора кресла крановщика гусеничного крана:
- Статическая нагрузка на амортизатор, равная весу крановщика и кресла, $P, H – 720$;
 - Допускаемое напряжение на кручение материала пружины $[\tau]$, МПа – 430;
 - Модуль упругости на сдвиг для пружинных сталей $[G]$, МПа - $8 \cdot 10^4$;
 - Число пружин, $n – 6$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов./колл. авт.-М.: ПИО ОБТ, 2000 г.-266 с.;
2. ГОСТ 12.1.005 СБТ Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
3. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
4. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий;
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
6. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение;
7. ГОСТ 12.2.032.ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
8. В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М.: Колосс, 2005.-216 с.
9. СНиП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1. Требования, предъявляемые к санитарно – гигиеническим условиям труда крановщика при работе в кабине.....	2
2. Методика проверочного расчета системы приточно – вытяжной вентиляции кабины закрытого типа.....	4
3. Методика проверочного расчета искусственного освещения кабины	14
4. Методика проверочного расчета пружинных амортизаторов кресла крановщика.....	18
5. Вопросы и задачи для практических занятий.....	24
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27

**Методические указания по выполнению
практических занятий**

Составители: *Бузуев Игорь Иванович*

Редактор
Технический редактор
Компьютерная верстка

Подписано в печать
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. п. л. .
Усл.кр. - отт.
Уч.-изд. л. . Тираж экз. С. -

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»
443100 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская,
244. Корпус № 8