

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Тайшетский промышленно-технологический техникум»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по учебной дисциплине**  
**ОХРАНА ТРУДА**  
**23.01.07. Машинист крана (крановщик)**

2018

Фонд оценочных средств разработан на основании рабочей программы в соответствии с Федеральным государственным стандартом среднего профессионального образования по профессии **190629.07 Машинист крана (крановщик)**.

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области «Тайшетский промышленно – технологический техникум»

Разработчик: Осипов Е.Н., преподаватель ГБПОУ ИО ТПТТ

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии профессионального цикла, протокол № 9 от 31.05.18

Председатель комиссии



## I. ПАСПОРТ

### Назначение:

ФОС предназначен для контроля и оценки результатов освоения учебной дисциплины Охрана труда по профессии **23.01.07 Машинист крана (крановщик)**.

Комплект ФОС разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии **190629.07 Машинист крана (крановщик)** программы учебной дисциплины *Охрана труда*.

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих знаний и умений:

Таблица 1

Знания, умения	Тип задания
<b>З1. Знать</b> правовые и нормативные основы охраны труда в организации	Теоретические вопросы
<b>З2. Знать</b> воздействие негативных факторов на человека	Теоретические вопросы
<b>У1. Уметь</b> применять методы и средства защиты от опасностей технических систем и технологических процессов	Теоретические вопросы
<b>У2. Уметь</b> обеспечивать безопасные условия труда в профессиональной деятельности	Теоретические вопросы
<b>У3. Уметь</b> анализировать травмобезопасные и вредные факторы в профессиональной деятельности	Теоретические вопросы
<b>У4. Уметь</b> использовать экипировочную технику	Теоретические вопросы

Промежуточная аттестация в форме зачета.

Перечень практических работ:

**Тема 1.1.**

**Основные требования охраны труда и промышленной безопасности**

1. Практические работы

Составление таблицы «Развитие опасных ситуаций» по стадиям.

Вычисление критерий оценки травматизма на предприятии и в строительстве.

**Тема 1.2.**

**Организация охраны труда на предприятии и в строительстве**

2. Практическая работа № 1

Составление схемы взаимного расположения зоны действия опасности и зоны пребывания работающего.

**Тема 2.1.**

**Производственная среда и условия труда**

3. Практическая работа № 1

Определение параметров промышленного вентилирования помещений.

4. Практическая работа № 2

Определение запыленности воздуха производственных помещений

5. Практическая работа № 3

Определение параметров микроклимата производственных помещений

**Тема 3.1.**

**Порядок обучения, инструктирования и допуска рабочих к работам на кранах**

6. Практические работы

Расчёт тормозного пути автомобильного крана на сухом дорожном покрытии и в зимнее время.

Расчет грузоподъёмности автокрана в зависимости от вылета стрелы.

Составление схемы стоянки автокрана вблизи котлована и траншей.

Составление схемы стоянки автокрана вблизи линии электропередач.

## Тема 1.1.

### Основные требования охраны труда и промышленной безопасности

#### Практические работы

Составление таблицы «Развитие опасных ситуаций» по стадиям.

Вычисление критерий оценки травматизма на предприятии и в строительстве.

## Тема 1.2.

### Организация охраны труда на предприятии и в строительстве

#### Практическая работа № 1

Составление схемы взаимного расположения зоны действия опасности и зоны пребывания работающего

## Тема 2.1.

### Производственная среда и условия труда

#### Практическая работа № 1

**Тема:** Определение параметров промышленного вентилирования помещений.

**Цель работы:** рассчитать вытяжную систему вентиляции жилого дома, подобрать вентиляционное оборудование для системы вентиляции

Исходные данные для расчета:

1. План дома.
2. Число этажей.

#### ХОД РАБОТЫ

1. определить объем помещения, в котором необходимо определить воздухообмен
2. Определить необходимый воздухообмен при газовыделениях
3. Определить необходимый воздухообмен при влаговыведениях
4. Определить необходимый воздухообмен при тепловыделениях
5. Определить необходимый воздухообмен по кратности вентилируемых помещений
6. Из полученных данных выбрать наибольшее значение воздухообмена
7. рассчитать систему воздуховодов
8. Подобрать вентиляционное оборудование

#### Методические указания

Количество вентиляционного воздуха определяется для каждого помещения на основании выделяющихся в помещении вредных веществ или задается на основании исследований.

Если характер и количество вредных веществ не поддаются учету, вентиляционный воздухообмен определяют по кратностям .

Необходимый воздухообмен определяют по следующим формулам:

$$\text{При газовыделениях : } L = \frac{G}{(b_s - b_n)}$$

$$\text{При влаговыведениях : } L = \frac{D}{((d_s - d_n) \times \gamma)}$$

$$\text{При тепловыделениях: } L = \frac{Q}{C \times \gamma (t_y - t_n)}$$

$$\text{По кратности: } L = V \times n$$

где L – необходимый воздухообмен, м³/ч

G – газовыделение в помещении, л/ч

b<sub>в</sub> – предельно допустимое содержание газа в удаляемом воздухе, л/м³

b<sub>н</sub> содержание газа в приточном воздухе, л/м³

D – влаговыведение в помещении, г/ч

$d_v$  и  $d_n$  – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг

$\gamma$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>

$Q$  – выделение в помещении явного тепла, ккал/ч

$C$  – теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/кг×°C

$t_v$  и  $t_n$  – температура удаляемого и приточного воздуха, °C

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>

$n$  – кратность воздухообмена

При выделении в помещении нескольких видов инертных газов необходимый воздухообмен определяют для каждого газа отдельно и принимают большее значение. При выделении нескольких токсичных газов, паров растворителей, раздражающих газов принимают сумму вентиляционных воздухообменов, определенных для каждого газа отдельно.

Для помещений, где количество одновременно пребывающих людей известно, вентиляционный воздухообмен определяют по норме подачи воздуха на 1 чел.

Для систем естественной вентиляции необходимо сбалансировать сопротивление системы с располагаемым гравитационным давлением.

#### Определение потерь давления в системе вентиляции.

Сопротивление системы воздуховодов по стандартному воздуху:

$$\Delta P = \Sigma (R l + Z) \quad , \text{ кгс/см}^2 \text{ (Па)}$$

где  $R$  – потери давления на 1 м воздуховода, принимается согласно таблиц приложения, кгс/см<sup>2</sup> (Па)

$Z$  – потери давления на местные сопротивления, (Па)

$$Z = \Sigma \zeta \times \frac{V^2 \times \rho}{2}$$

где  $\zeta$  – коэффициент местных сопротивлений на каждом участке

$V$  – действительная скорость воздуха в воздуховоде, м/с

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Действительная скорость воздуха определяется по формуле

$$V = \frac{L}{3600 \times F} \quad , \text{ м/с}$$

где  $L$  – расход воздуха на участке, м<sup>3</sup>/ч.

$F$  – Площадь сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

#### Подбор оборудования систем вентиляции.

Для подбора оборудования системы вентиляции необходимо знать полные потери системы вентиляции.

Предварительно уточняем расход воздуха и требуемое давление.

Количество воздуха, проходящего через систему вентиляции или вентилятор, определяют по формуле

$$L = L_v \times \frac{273 + t}{273 + t_v}$$

где  $L_v$  – количество необходимого вентиляционного воздуха, м<sup>3</sup>/ч

$t_v$  – температура воздуха в рабочей зоне помещения, °C

$t$  – температура воздуха проходящего через вентилятор, °C

Затем производим пересчет полных потерь давления на стандартные условия.

$$P_y = \Delta P \times \frac{(273 + t)}{273} \times \frac{760}{B}$$

где  $\Delta P$  – потери давления в системе вентиляции, Па.

$t$  – стандартная температура воздуха в помещении, °C.

Б – барометрическое давление, мм рт ст.

Далее необходимо воспользоваться номограммой № приложения, зная расход воздуха и полные потери давления подобрать вентилятор (марку и исполнение), а также все его характеристики.

Вычисление мощности электродвигателя

$$N = \frac{L \times \Delta P}{3600 \times 1020 \times \eta_e \times \eta_n \times \eta_{pn}}, \text{ кВт}$$

где  $\Delta P$  – потери давления

$\eta_v$  – коэффициент полезного действия вентилятора

$\eta_{pn}$  – коэффициент полезного действия передачи, принимаемый для плоских ремней равным 0,85-0,90, для клиновых 0,90-0,95

$\eta_n$  – коэффициент подшипников, принимаемый равным 0,95-0,98

Установочная мощность электродвигателей  $N_y$  с учетом запаса

$$N_y = K \times N$$

где  $K$  – коэффициент запаса мощности на пусковой момент

Таблица 9. Коэффициент запаса мощности

Мощность на валу электродвигателя, кВт	Тип вентилятора	
	центробежные	Осевые
До 0,5	1,5	1,2
0,51-1,0	1,3	1,15
0,01-2,0	1,2	1,10
2,01-5,0	1,15	1,05
Более 5,0	1,10	1,05

Окончательно установочную мощность электродвигателя принимают по каталогам, ближайшую большую по сравнению с подсчитанной мощностью со всеми запасами.

Расчет систем вентиляции производится в табличной форме

Таблица 10

Расчет системы вентиляции

№ участка	Расход воздуха на участке,	Размер Сечения канала	$D_{эк}$	Длина Участ ка, м	Скорость Воздуха в канале, V м/с	R, Па /м	$R \times l$ , Па	$\Sigma \zeta$	$h_d$ , Па	$Z = \Sigma \zeta \times h_d$ Па	$R \times l + Z$ Па	прим ечан ие
1	300	150*150	75	3	3,8	2,84	8,52	2,96	8,68	25,7	34,2	

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

№ п/п	Оцениваемые умения	Формы и методы оценки	Граничные критерии оценки	
			Отлично	неудовлетворительно
1	2	3	4	5
1	Отношение к работе	Наблюдение руководителя, просмотр материалов	Работа выполнена в срок, студент сумел рассчитать время, необходимое для подготовки работы,	Демонстрирует полное безразличие к выполняемой работе. Требуется

			четко понимает цель задания	постоянного внимания, работа не выполнена в срок
2	Использование полученных ранее знаний и умений для решения конкретных задач	Просмотр материалов	Без дополнительных пояснений (указаний) использует знания и умения, полученные при изучении дисциплин: «инженерная графика», «математика», «информатика» и др.	Не способен использовать знания из смежных дисциплин
3	Оформление работы	Просмотр материалов	Материалы оформлены аккуратно, хорошая графика, соблюдены требования ГОСТов	Титульный лист и пояснительная записка оформлены небрежно, не соблюдены требования ГОСТов
4	Умение отвечать на вопросы, пользоваться профессиональной и общей лексикой при сдаче (защите)	Собеседование	Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику. Может обосновать свою точку зрения по проблеме	Показывает незнание материала при ответе на вопросы, низкий интеллект, узкий кругозор, ограниченный словарный запас

## Практическая работа № 2

### Определение запыленности воздуха производственных помещений

#### Цель работы

Освоить практические навыки по определению запылённости воздуха производственных помещений (см. приложение 1 по ГОСТ 12.1.005-76).

Определить количественное содержание пыли в воздухе и дать гигиеническую оценку запылённости искусственной запылённой среды, подобрать необходимую марку респираторов и указать мероприятия по исключению пылеобразования технологических процессов.

#### Содержание работы

1. Изучить действие пыли на организм человека как вредного производственного фактора.
2. Изучить устройство лабораторной установки.
3. Ознакомиться с методикой определения запыленности воздуха весовым способом.



4. Определить весовую концентрацию пыли, дать оценку запыленности по определению допустимой концентрации согласно ГОСТ 12.1.005-76 [2].
5. Указать мероприятия по исключению пыли на конкретном технологическом процессе и подобрать необходимую марку респиратора из имеющихся в лаборатории на стенде или по справочным данным.

#### *Методы определения запылённости воздуха на рабочем месте*

Для определения запыленности воздуха на рабочем месте существует не-сколько методов: весовой, счетный.

В весовом методе используется принцип привеса фильтра при пропуска-нии через него определённого объёма исследуемого воздуха.

Счётным методом определяют число пылинок, находящихся в единице объёма воздуха, подсчитывая с помощью микроскопа пылинки, осаждённые на предметное стекло, при этом выделяют форму и размеры пылинок

#### *Описание лабораторной установки для определения запылённости воздуха*

Лабораторная установка (см. рис. 5.1., 5.2.) состоит из пылевой камеры – 1 и примыкающего к нему приборного отсека – 2. Пылевая камера служит емкостью для имитации производственного помещения с запыленным воздухом. На передней открывающейся стенке камеры – 3 находится бункер дозатор – 4. При повороте ручки дозатора – 5 по часовой стрелке на один щелчок в камеру вводится порция пыли. Пыль в камере развевается вентилятором – 6. На правой стороне камеры установлен фонарь – 7, испускающий световой луч вдоль прозрачного окна – 8, через которое можно визуально определить наличие пыли в камере.

На передней стенке камеры имеется отверстие для взятия пробы воздуха – 9. В приборном отсеке – 2 находится аспиратор – 10 типа 822 для взятия пробы воздуха, система электроуправления, электроаппаратура, двигатель вентилятора.

Для взятия пробы воздуха и определения концентрации запыленности весовым способом служит патрон – 11 с бумажным фильтром – 12. В нерабочем положении он устанавливается в верхней части приборного отсека, при взятии пробы – в отверстие камеры – 9. Аспиратор – 10 состоит из четырех ротометров – 13, представляющие собой стеклянный трубки с поплавками, служащие для определения скорости прохождения воздуха отбираемой пробы. Над ротометрами установлены четыре ручки вентиля – 14 ротометров, с помощью которых производится регулировка скорости отбора проб. Под ротометрами установлены четыре штуцера – 15 для присоединения резинового шланга с патроном – 11. Ниже штуцеров находится тумблер – 16 для общего включения установки в сеть, тумблер – 17 для включения ротометров, тумблер – 18 для включения вентиляторов. Над тумблерами находятся сигнальные лампы – 19, 20, 21 соответствующиу тумблерам – 16, 17, 18, которые после включения тумблера зажигаются. Для открытия пылевой камеры на ее передней стенке – 1 имеется ручка-затвор передней стенки – 22.

#### *Порядок выполнения работы*

1. Подготовить бланк отчёта с таблицей 6.1.
2. Взвесить фильтр, на нём поставить порядковый номер и его вес, записать в соответствующую графу таблицы 6.1.
3. Включить тумблер установки 16, аспиратора 17 и одним из регуляторов расхода воздуха ротаметра - 14 (см. рис. 5.1.) установить, необходимую вариантом задания, объёмную скорость его прохождения и включить аспиратор.
4. Отвинтить крышку пылезаборного патрона аллонжа, вставить фильтр в патрон аллонжа и плотно закрепить его крышкой.
5. Аллонж соединить резиновой трубкой с настроенным ротаметром аспиратора и вставить в окно отбора проб - 9.
6. Включить тумблер вентилятора - 21.

7. Убедившись через стекло 10 в наличии пыльной среды воздуха в пылевой камере, включить тумблер протягивания воздуха - 17, засекая при этом по секундомеру время.

8. Подрегулировать ручкой вентиля ротаметра заданную скорость прохождения воздуха, отобрать пробу. Отсчёт скорости прохождения воздуха производить по верхнему мениску ртутного поплавка на шкале.

Время отбора пробы  $t$  вычисляется по формуле:

$$t = \frac{a \cdot 100}{c \cdot w},$$

где  $a$  – максимально необходимый привес пыли на фильтре равный 25 мг;

$c$  – предельно допустимая концентрация пыли в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$w$  – скорость отбора проб воздуха, л/мин.

9. После окончания взятия пробы, аспираторный прибор выключают. Фильтр с отобранной пробой вынимают из патрона и складывают пополам пылью вовнутрь и опять взвешивают. При отборе проб на каждый фильтр ведут отдельную запись в таблице 6.1.

10. Рассчитать весовую концентрацию пыли  $n$  в воздухе рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{m_2 - m_1}{V_0},$$

где  $n$  – весовая концентрация пыли, мг/м<sup>3</sup>;

$m_1$  – масса фильтра до отбора пыли, мг;

$m_2$  – масса фильтра после отбора пыли, мг;

$V_0$  – объем воздуха, протянутого через фильтр, м<sup>3</sup>, приведенный к нормальным условиям (при температуре 0°С и барометрическом давлении 760 мм.рт.ст.).

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + T) \cdot 760},$$

где  $T$  – температура воздуха на рабочем месте, °С;

$B$  – барометрическое давление, мм.рт.ст.;

$V_t$  – объем воздуха, протянутого через фильтр при температуре  $T$  и давлении  $B$ , м<sup>3</sup>.

$$V_t = \frac{Q \cdot t}{1000},$$

где  $Q$  – объемная скорость пропущенного через фильтр воздуха, л/мин;

$t$  – время набора пробы, мин.

11. Занести данные в таблицу 1 и определить концентрацию пыли в воздухе, приведённую к стандартным условиям.

12. Заполнить таблицу 2 и сделать заключение. В заключении задаться конкретным технологическим процессом из своей будущей специальности, и принимая во внимание полученную концентрацию пыли, указать мероприятия по исключению пыли. Примеры возможных мероприятий на производстве приведены в разделе 4.4. Затем подобрать необходимую марку респиратора по приложению 4, справочной литературе и из имеющихся в лаборатории.

13. После выполнения измерений установку отключить от сети, аккуратно расставить лабораторное оборудование в исходное положение.

Таблица 1

Результаты определения запылённого воздуха.

№ измерения	B, мм.рт.ст	t, С	T, С	W, л/мин	V <sub>t</sub> , м <sup>3</sup>	V <sub>0</sub> , м <sup>3</sup>	m <sub>1</sub> , мг	m <sub>2</sub> , мг	Q, л/мин

Таблица 2

Оценка запылённости воздуха.

Наименование вещества	Класс опасности	Фактическая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДК пыли по ГОСТ 12.1.005-76, мг/м <sup>3</sup>

*Варианты заданий и оформление отчета*

Варианты заданий устанавливает преподаватель. Вариант задания необходимо указать на титульном листе отчета (образец оформления титульного листа см. на столе под стеклом).

Отчет составляется на отдельных листах школьной тетради. В нем должно быть описано: цель работы, содержание работы, заполненные таблицы 1. и 2., расчетные формулы 6.1.-6.4. с подставленными фактическими цифровыми данными, мероприятия по исключению пыли на производстве применительно к конкретному технологическому процессу, выбранная маска респиратора.

Таблица 3

Варианты заданий

Наименование пыли	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Воздух пропустить со скоростью л/мин										
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,5	2,0
Цемент	7	6	5	4	1	9	8	7	7	6	6
Песок	7	6	5	4	1	9	8	7	7	6	6
Мел	7	6	5	4	1	9	8	7	7	6	6
Сажа, зола	7	6	5	4	1	9	8	7	7	6	6

*Контрольные вопросы*

1. С какой целью исследуется запыленность воздуха в рабочей зоне производственных помещений?
2. Дать определение пыли и ее классификацию по размерам, состоянию, происхождению, физическим свойствам.
3. Основные профессиональные заболевания от действия пыли.
4. Классификация пыли по взрывоопасности.
5. Что такое предельно допустимые концентрации пыли и их нормирование?
6. Перечислить методы исследований и способы анализа запыленности воздушной среды.
7. Описать установку для весового анализа запыленности воздушной среды и изложить методику проведения анализа.
8. Основные мероприятия по снижению запыленности воздуха.
9. Перечислить средства защиты от воздействия пыли органов дыхания.

**Практическая работа № 3****Определение параметров микроклимата производственных помещений***Требования по технике безопасности при выполнении лабораторной работы*

1.1. Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает инструктаж по технике безопасности и расписывается в журнале учета инструктажа.

1.2. Работа выполняется бригадой, состоящей не менее чем из двух человек в строгом соответствии с методическими указаниями.

1.3. Приступать к выполнению работы можно только после изучения описания и с разрешения преподавателя.

1.4. Соблюдайте осторожность при работе с психрометрами. В термометрах аспирационного психрометра находится ртуть, являющаяся чрезвычайно опасным вредным веществом.

#### *Содержание работы*

1. До начала лабораторных занятий ознакомьтесь с вопросами влияния метеоусловий на организм человека, оценки параметров метеоусловий и способами их нормализации по лекционному курсу и литературе.
2. Изучите содержание методических указаний.
3. Ознакомьтесь с используемыми приборами и методикой проведения измерений.
4. Выполните необходимые исследования и расчеты согласно п.10.
5. Оформите отчет о работе согласно п.11.

#### *Измерение температуры воздуха*

В производственных помещениях, как правило, наблюдается неравномерное распределение тепла. Часто измерения температуры воздуха производственных помещений сочетаются с определением его влажности. В этом случае замеры температуры производят по сухому термометру психрометра.

При необходимости установления колебаний температуры в течение рабочего дня, суток, недели, применяют самопишущие приборы - термографы, например, термограф М-16АС, имеющийся на лабораторном столе. Принцип действия прибора основан на свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба с изменением температуры окружающего воздуха. Деформация пластинки с помощью передаточного механизма преобразуется в перемещение стрелки с пером по бумажной диаграммной ленте, закрепленной на барабане, внутри которого имеется часовой механизм.

#### *Определение влажности воздуха*

Для характеристики влагосодержания воздушной среды наиболее широко используется относительная влажность воздуха  $\varphi$  - отношение абсолютной влажности  $p_a$  к максимальной  $p_n$ , выраженное в процентах.

Абсолютная влажность показывает количество водяных паров в объеме воздуха, г/м<sup>3</sup>, при данных условиях (температуре, давлении) и может характеризоваться парциальным давлением (упругостью) водяных паров в воздухе, Па.

Максимальная влажность, характеризующаяся парциальным давлением насыщенных водяных паров, показывает количество водяных паров, которое может содержаться в объеме воздуха при тех же условиях без выпадения в виде росы и тумана.

Для измерения влажности воздуха в работе используют психрометры (Августа и Ассмана), гигрометры в гигрограф.

Принцип действия психрометра основан на разности показаний двух одинаковых рядом расположенных термометров, резервуар одного из которых покрыт увлажненной тканью (марлей, батистом). Испарение воды с поверхности резервуара термометра сопровождается поглощением тепла, поэтому смоченный термометр будет показывать более низкую температуру, чем сухой. Разность показаний, зависящая от интенсивности испарения, будет тем больше, чем меньше относительная влажность и больше скорость движения воздуха, и наоборот.

Для определения численных значений величин, характеризующих влажность воздуха и других газовых смесей по температурам сухого и смоченного термометров, применяются психрометрические таблицы [5].

Гигрометры МВ-1 и М-68 предназначены для измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 100% с погрешностью 10% и являются прямопоказывающими приборами (шкала проградуирована в  $\varphi$  %). Принцип действия основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину в зависимости от изменения относительной влажности воздуха.

Для регистрации непрерывных изменений относительной влажности в течение длительного времени используется гигрограф М-21АС. Устройство его регистрирующей части идентично с описанным термографом. Датчиком влажности является пучок (35-40 шт.) обезжиренных человеческих волос.

#### Определение влажности воздуха психрометром Августа

Психрометр (тип ПБУ-1М) состоит из двух рядом установленных в вертикальном положении жидкостных термометров. Резервуар одного из них обернут тканью, конец которой находится в чашечке баллона, заполненного чистой водой. Из-за инерционности прибора показания следует снимать не ранее 5-7 мин. после его установки в месте наблюдения или начала обдува вентилятором. Необходимо следить, чтобы резервуар термометра не касался уровня воды.

Относительную влажность неподвижного воздуха, находящегося в непосредственной близости от психрометра, определяют по показаниям сухого и смоченного термометров, пользуясь психрометрической таблицей, нанесенной на щиток прибора.

Абсолютную и относительную влажность подвижного воздуха можно определять либо по специальным психрометрическим таблицам, либо по формулам.

Абсолютную влажность подвижного воздуха вычисляют по формуле

$$P_a = P_{нв} - a(tc - t_в)B,$$

где  $P_a$  - абсолютная влажность воздуха, Па;

$P_{нв}$  - максимальная влажность воздуха (парциальное давление насыщенных водяных паров) при температуре смоченного термометра, Па, определяемая по табл.4;

$a$  - психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, определяемый по табл.5;

$t_c, t_в$  - показания сухого и смоченного термометров, °С;

$B$  - барометрическое давление, Па, определяемое по настенному барометру, укрепленному над лабораторным столом (1 мбар=100 Па).

Таблица 4

Температура, °С	Парциальное давление Насыщенных водяных паров, Па	Температура, °С	Парциальное давление насыщенных водяных паров, Па	Температура, °С	Парциальное давление насыщенных водяных паров, Па
10	1227,8	17	1937,2	24	2983,4
11	1312,4	18	2063,4	25	3167,2
12	1402,3	19	2196,8	26	3360,9
13	1497,3	20	2364,5	27	3564,9
14	1598,1	21	2486,5	28	3778,9
15	1704,9	22	2643,4	29	4005,4
16	1825,7	23	2808,8	30	4245,3

Относительная влажность  $\varphi$  определяется из соотношения

$$\varphi = (P_a / P_{нв}) 100\%, \quad (2)$$

где  $P_{нв}$  - максимальная влажность воздуха (парциальное давление насыщенных водяных паров) при температуре сухого термометра, Па, определяемая по табл.4.

Таблица 5

Скорость движения воздуха м/с	a	Скорость движения воздуха м/с	a	Скорость движения воздуха м/с	a
0,06	0,00200	0,16	0,00120	0,8	0,00080
0,08	0,00170	0,20	0,00110	2,3	0,00070

0,10	0,00150	0,30	0,00100	3,0	0,00069
0,13	0,00130	0,40	0,00090	4,0	0,00067

Психрометр ПБУ-1М может быть использован для определения влажности воздуха в производственных помещениях без источников теплового излучения.

#### *Определение влажности воздуха аспирационным психрометром Ассмана*

Аспирационный психрометр (тип МВ-4М) является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Он состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе. Резервуары термометров находятся в двойных металлических гильзах с полированной и никелированной наружной поверхностью, что исключает влияние тепловых излучений на результаты измерений. В головке психрометра находится вентилятор с заводным пружинным механизмом. Вентилятором воздух всасывается внутрь гильз, обтекает ртутные резервуары термометров, проходит по воздухопроводной трубке к головке и выбрасывается наружу. Таким образом создаются постоянные условия для испарения влаги с поверхности ртутного резервуара смоченного термометра и исключается влияние подвижности воздуха на рабочем месте.

Порядок работы с аспирационным психрометром следующий. Сначала смачивают батист на резервуаре правого термометра. Для этого берут резиновый баллон с пипеткой, заранее наполненный водой и легким нажимом доводят воду не ближе, чем на 1 см до края пипетки, удерживая ее на этом уровне при помощи зажима. После этого пипетку вводят до отказа во внутреннюю гильзу защиты, смачивая батист. Выждав некоторое время, не вынимая пипетки из трубки, разжимают зажим, вбирая излишнюю воду в баллон, после чего пипетку вынимают.

Таблица 6

	Влажный термометр, °C																		
Сухой термометр, °C	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	65	76	88	100															
11	55	66	77	88	100														
12	48	57	68	78	89	100													
13	40	49	58	69	79	89	100												
14	34	42	51	60	70	80	90	100											
15	27	36	44	52	61	71	80	90	100										
16	23	30	38	46	54	62	72	81	91	100									
17	18	25	32	39	47	55	63	72	81	91	100								
18	13	20	27	34	41	48	56	64	73	81	91	100							
19	8	15	22	28	35	42	49	57	65	73	81	91	100						
20		11	17	24	30	36	44	51	58	66	74	82	91	100					
21			13	19	26	32	38	45	52	59	67	74	82	91	100				
22				16	22	28	34	40	46	54	60	68	75	83	91	100			
23					18	24	29	35	41	47	55	61	68	75	83	91	100		
24					15	20	26	31	37	43	48	56	62	69	76	84	92	100	
25						17	22	27	32	38	44	49	57	63	69	76	84	92	100
26						14	19	24	29	34	40	45	51	58	64	70	77	84	92
27							16	21	25	30	35	41	46	52	58	64	70	77	84
28										27	32	37	42	47	53	59	65	71	78
29											28	33	38	43	48	54	60	65	71
30												30	35	40	44	50	55	61	66

Затем заводят вентилятор почти до отказа, но осторожно, чтобы не сорвать пружину, психрометр подвешивается на специальном штыве в вертикальном положении. Отсчет показаний термометров производится на 4-й минуте после пуска вентилятора.

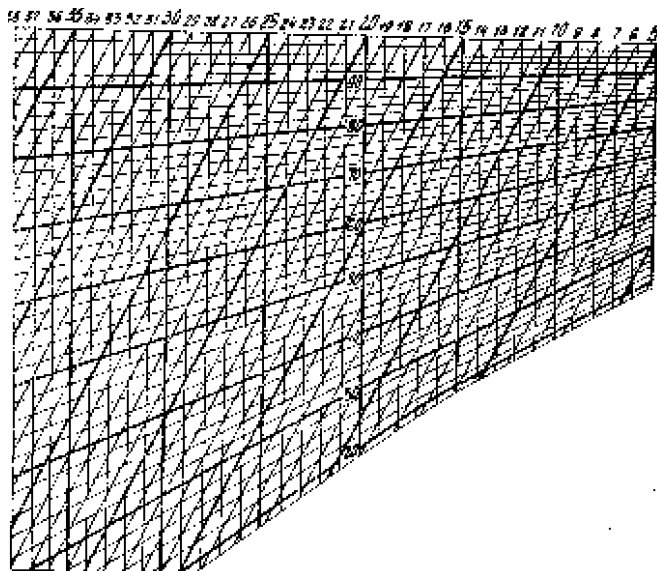


Рис. 2.

Вычисление влажности воздуха (абсолютной и относительной) производится по специальным психрометрическим таблицам либо по формулам. Абсолютную влажность находят из соотношения

$$Pa = P_{нв} - 0.5(tc - t_w)B/99000, \quad (3)$$

где 99000 - среднее барометрическое давление, Па, [3];

остальные величины в соответствии с (1).

Зная величину  $Pa$ , можно рассчитать влагосодержание воздуха  $d$  - отношение массы водяных паров к массе сухого воздуха в том же объеме, г/кг:

$$d = 622Pa/(B - Pa). \quad (4)$$

Относительная влажность воздуха  $\phi$  вычисляется по формуле (2), а также может быть определена по психрометрической таблице (табл.6) или психрометрическому графику (рис.2), находящемуся на лабораторном столе.

При работе с графиком по вертикальным линиям отмечают показания сухого термометра, по наклонным - смоченного, на пересечении этих линий получают значения относительной влажности, выраженные в процентах.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Для измерения скорости движения воздуха применяют анемометры. При скоростях однонаправленного движения воздуха от 0,5 до 5 м/с используются крыльчатые анемометры. (например, АСО-3), при более высоких скоростях от 1 до 20 м/с - чашечные. Принцип измерения этими приборами заключается в определении количества оборотов крыльчаток за известное время - скорости вращения, пропорциональной скорости воздушного потока.

Для измерения малых скоростей (до 0,5 м/с) используют дифференциальные микроанемометры (0,02-2 м/с), кататермометры (0,1-1,5 м/с) и электроанемометры.

В работе для измерения скорости движения воздуха применяется электрический анемометр ЭРА-1, разработанный на кафедре "Охрана труда" УльПИ.

Электрическая принципиальная схема прибора приведена на рис.3. В нем реализована мостовая схема измерения (неуравновешенный мост).

В одно из плеч моста включен датчик, в другое - сигнальная лампа включения сети, остальные образованы резисторами, в диагонали моста находится магнитоэлектрический измерительный прибор. Поскольку балансировка моста зависит от напряжения питания (сопротивления датчика и лампы зависят от протекающего по ним тока), в схеме предусмотрена соответствующая коррекция.

В качестве датчика применена лампа ЛН 3,5ВхО,26А с удаленным стеклянным баллоном. Чувствительным элементом датчика является нить накала, сопротивление которой увеличивается при охлаждении потоком воздуха. Величина разбаланса моста регистрируется измерительным прибором.

Работа с анемометром осуществляется в следующей последовательности.

1) Установите исходные положения органов управления на передней панели прибора: тумблер "Контроль-измерение" - в положение "Контроль", ручку "Уст. О" - в крайнее правое положение, тумблер "Х1, Х10" - в положение "Х10".

2) Включите прибор тумблером "Вкл".

3) Ручкой "Коррекция" установите стрелку прибора против цифры "100".

4) Тумблер "Контроль-измерение" переведите в положение "Измерение".

5) Ручкой "Уст. О" установите стрелку прибора на нуль (при отсутствии движения воздуха).

6) Внесите датчик в исследуемый воздушный поток в заданной точке рабочей зоны и произведите отсчет показаний прибора (в диапазоне "Х10").

7) Выключите прибор.

Скорость движения воздуха в м/с находится по градуировочному графику (рис.4), который имеется на лабораторном столе.

Диапазон рабочих температур анемометра  $+10 - +30^{\circ}\text{C}$ .

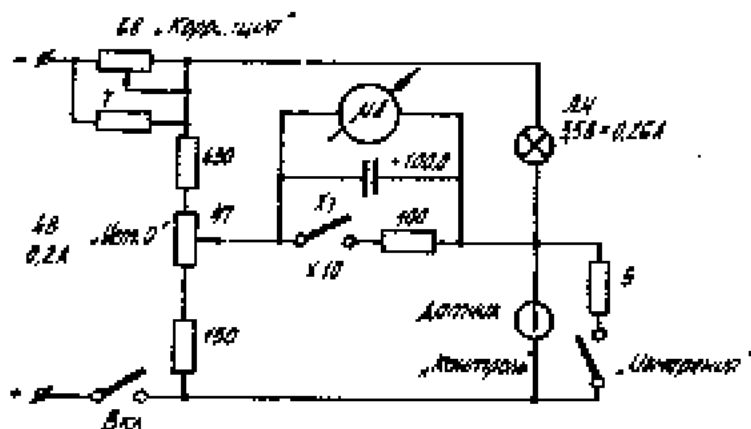


Рис. 3



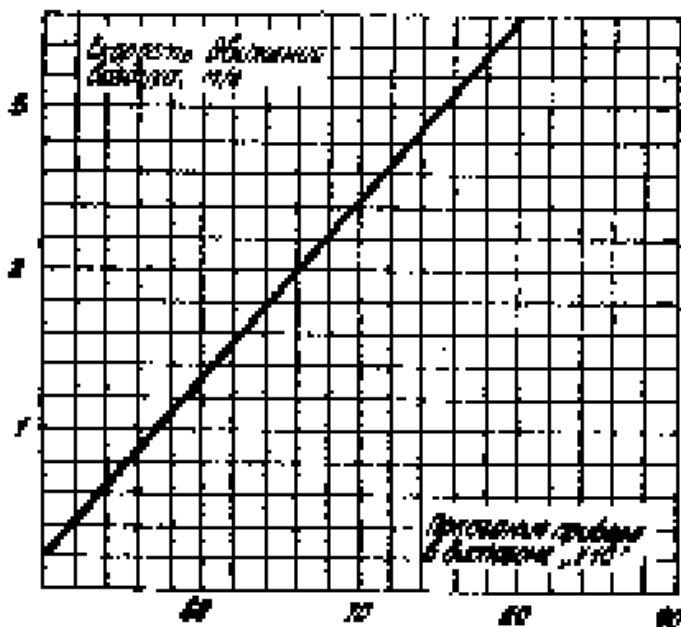


Рис. 4

#### 1. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка для исследования микроклимата включает в себя установленные на стенде психрометры МВ-4М и ПБУ-1М, гигрометр МВ-1, барометр-анероид БР-52, а также анемометр ЭРА-1, гигрометр М-68, термограф М-16АС, гигрограф М-21АС, барограф М-22АС.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ПОМЕЩЕНИЯ СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Количество воздуха  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , которое необходимо подать в помещение для обеспечения требуемых параметров воздушной среды, определяется расчетом на основании количества тепла и влаги, поступающих в помещение [3]. Расчет ведется отдельно для теплого, холодного и переходного периодов для плотности воздуха, подаваемого в помещение,  $\nu = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

##### 10.1. При расчете по избыткам явного тепла

$$L_t = Q / c\nu(t_y - t_n), \quad (5)$$

где  $Q$  - избыточный поток явного тепла в помещение (тепловыделения от приборов, оборудования, тепло притоки через ограждения, от солнечной радиации, людей и т.д.),  $\text{кДж}/\text{ч}$ ;

$C$  - удельная теплоемкость воздуха, равная  $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_y, t_n$  - температуры удаляемого и наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ .

Расчетная температура наружного воздуха  $t_y$  для г.Ульяновска в теплый период  $23,8^\circ\text{C}$ , в холодный и переходный -  $18^\circ\text{C}$  [3].

##### 10.2. При расчете по избыткам влаги

$$L_v = W / \nu(dy - dH), \quad (6)$$

где  $W$  - избытки влаги в помещении (от оборудования, с мокрых поверхностей и т.д.),  $\text{г}/\text{ч}$ ;  
 $dy, dH$  - влагосодержание наружного и удаляемого воздуха,  $\text{г}/\text{кг}$ .

При отсутствии специальных требований к параметрам воздуха, подаваемого в помещение, производительность систем вентиляции проверяется при  $t_n = 10^\circ\text{C}$  и  $\phi_n = 70\%$ .

Для проектируемой системы вентиляции или кондиционирования воздуха принимается максимальная из расчетных величин  $L_t, L_v$ .

10.3. Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в помещение при возможности естественного проветривания должно быть  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного человека при объеме приходящегося на него помещения менее  $20 \text{ м}^3$ ,  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  - при объеме  $20 \text{ м}^3$  и более. При

невозможности естественного проветривания количество подаваемого воздуха на одного человека должно быть не менее  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

## 11. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Экспериментальная часть работы заключается в выполнении п.11.1-11.6.

11.1. Проверьте готовность психрометра Августа к работе (п.8.1), снимите показания сухого и смоченного термометров  $t_c$ ,  $t_w$ . По психрометрической таблице на щитке прибора определите относительную влажность воздуха  $\varphi$ .

11.2. Расположите вентилятор на лабораторном столе на расстоянии 1,5-2 м от психрометра Августа и включите его, направляя поток воздуха в сторону психрометра.

11.3. Определите скорость движения воздуха  $V$  электрическим анемометром (п.8) непосредственно у смоченного термометра.

11.4. Через 5-7 мин. после начала обдува снимите показания смоченного термометра  $t_c$ .

11.5. Подготовьте к работе психрометр Ассмана (п.8.2) и произведите отсчет показаний  $t_c$ ,  $t_w$ . По психрометрической таблице (табл.6) или психрометрическому графику, имеющемуся на лабораторном столе (рис.2), определите относительную влажность воздуха  $\varphi$ .

11.6. Определите атмосферное давление  $B$  с помощью барометра, имеющегося на рабочем месте ( $1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$ ,  $1 \text{ мм рт.ст.} = 133,32 \text{ Па}$ ).

11.7. Полученные в п.11.1-11.6 результаты занесите в табл.7.

11.8. Произведите оценку метеорологических условий помещения, сравнив фактические значения параметров, характеризующих метеоусловия (по психрометру Ассмана, табл.7) с нормативными (табл.1-3) для выполнения лабораторных работ (либо любых других работ по заданию преподавателя). Данные занесите в табл.8. Если фактические метеоусловия не удовлетворяют нормативным, разработайте конкретные рекомендации по изменению того или иного параметра.

Таблица 7

Психрометр Августа				Психрометр			Анем		Бароме	
$t_c$	$t_w$	$t_w(V=0)$	$\varphi$	$t_c$	$t_w$	$\varphi$	$V$		$B$	
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	%	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	%	дел.	м/с	мбар	Па

Таблица 8

Период года	Категория	Характеристика работ	Нормированные значения параметров метеоусловий						Фактические значения параметров метеоусловий допустимые		
			помещения			оптимальные					
			по теплоизбыткам								
			t, °C	φ, %	V, м/с	t, °C	φ, %	V, м/с	t, °C	φ, %	V, м/с

11.9. Произведите оценку метеорологических условий помещения по методу эффективных температур. С этой целью определите эффективную и эквивалентно-эффективную температуры  $t_{\text{э}}$  и  $t_{\text{ээ}}$  по номограмме, имеющейся на лабораторном столе (рис.1), используя значения  $t_c$ ,  $t_w$  по психрометру Августа,  $V$  (табл.7). Если значение  $t_{\text{э}}$  не попадает в зону комфорта, предложите мероприятия по улучшению теплового самочувствия человека.

11.10. Рассчитайте величины  $P_a$ ,  $\phi$ , используя формулы (1) и (2) по показаниям термометров  $t_c, t_v$  ( $V > 0$ ) психрометра Августа. Рассчитайте величины  $P_a, d$ ,  $\phi$  по формулам (3), (4), (2) по показаниям термометров психрометра Ассмана. Расшифруйте все буквенные обозначения. Сравните результаты расчетов, объясните имеющиеся расхождения.

11.11. Определите потребное количество воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции. В теплый период года выполните расчет по избыткам явного тепла (п.11.12), в холодный и переходный - по избыткам влаги (п.11.13).

11.12. Определите количество воздуха при наличии в помещении избытков явного тепла по формуле (5) п.10.1 (расчет произведите для  $Q = 5600$  ккал/ч,  $t_n = 18^\circ\text{C}$ , либо других значений задаваемых преподавателем).

Температура удаляемого воздуха принимается равной допустимой нормативной (табл.8).

11.13. Определите количество воздуха при расчете по избыткам влаги по формуле (6) п.10.2 (расчет произведите для  $W = 3200$  г/ч,  $d_n = 1$  г/кг, либо других значений, задаваемых преподавателем). Для определения влагосодержания удаляемого воздуха  $d_u$  сначала по формуле (4) рассчитывают влагосодержание насыщенного воздуха  $d$  при минимально допустимой по нормам температуре (табл.8), затем с учетом допустимой относительной влажности  $d_u = \phi d / 100$ .

## 12. ОТЧЕТ О РАБОТЕ

Отчет должен содержать:

12.1. Цель работы.

12.2. Перечень используемых приборов и краткую методику проведения измерений.

12.3. Результаты экспериментального исследования метеоусловий помещения п.11.1-11.6 (табл.7).

12.4. Оценку метеоусловий помещения по ГОСТ 12.1.005-76 и методу эффективных температур (п.11.8, табл.8, п.11.9).

12.5. Расчет величин  $P_a$ ,  $\phi, d$  (п.11.10).

12.6. Расчет количества воздуха для системы общеобменной вентиляции и кондиционирования (п.11.12 или п.11.13).

12.7. Вывода по результатам исследований, содержащие сведения о влиянии параметров метеоусловий на тепловое самочувствие человека, сравнение фактических метеоусловий с нормативными, конкретные рекомендации по изменению параметров метеоусловий в случае несоответствия нормативным, указание последствий наблюдаемого несоответствия, сравнение данных экспериментального исследования с результатами расчетов, результатов измерения различными приборами одного параметра с указанием возможных причин их несовпадения, оценку точности определения параметров и другие.

Индивидуальный отчет составляется на отдельных листах школьной тетради с обязательным указанием на титульном листе названия и номера работы, студенческой группы, фамилии и инициалов автора работы, даты выполнения.

Выводы, составление которых требует от автора умения анализировать и творчески мыслить, являются важнейшей составляющей отчета и делаются после выполнения каждого пункта задания, либо помещаются в конец работы с обязательными ссылками на соответствующие исследования.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

13.1. Какими параметрами характеризуются метеорологические условия производственных помещений?

13.2. Что такое терморегуляция организма и как она осуществляется?

13.3. Что такое эффективная и эквивалентно-эффективная температура, зона комфорта?

13.4. Какие факторы учитываются при установлении нормативных значений параметров метеоусловий?

- 13.5. Что понимается под оптимальными метеоусловиями? Каковы их преимущества по сравнению с допустимыми?
- 13.6. Почему при нормировании учитывается тяжесть физических работ?
- 13.7. Какие приборы используются для исследования метеоусловий?
- 13.8. Поясните принцип действия психрометра. Чем объясняются преимущества аспирационного психрометра по сравнению с психрометром Августа?
- 13.9. Как рассчитываются абсолютная и относительная влажность, влагосодержание воздуха?
- 13.10. Поясните принцип действия механического и электрического анемометров. Каковы их пределы измерения?
- 13.11. Как определить количество воздуха, которое необходимо подавать в помещения системами вентиляции и кондиционирования?
- 13.12. Почему расчет потребного количества воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции, в теплый период года предлагается выполнить по избыткам явного тепла, а в холодный и переходный - по избыткам влаги?
- 13.13. В каких случаях нормирование микроклимата осуществляется по оптимальным параметрам?

### Тема 3.1.

#### Порядок обучения, инструктирования и допуска рабочих к работам на кранах

#### Практические работы

#### Расчёт тормозного пути автомобильного крана на сухом дорожном покрытии и в зимнее время.

Тормозной путь автомобиля.

1. Тормозной путь автомобиля — расстояние, пройденное АТС от начала до конца торможения. Нормативные значения тормозного пути автотранспортных средств при определенных условиях приведены в разделе требования к тормозному управлению ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». Нормативы эффективности торможения транспортного средства при проверках в дорожных условиях.

Наименование вида АТС	Категория АТС	Усилие на органе управления, Н	Тормозной путь АТС, м, не более
Пассажирские и грузопассажирские автомобили	M1	490	15,8
	M2, M3	686	19,6
Легковые автомобили с прицепом без тормозов	M1	490	15,8
Грузовые автомобили	N1, N2, N3	686	19,6

Нормативные значения тормозного пути установлены при:

- а) начальной скорости торможения при проверках в дорожных условиях — 40 км/ч;
- б) не превышении технически допустимой максимальной массы транспортного средства;
- в) соблюдении при торможении с начальной скоростью 40 км/ч коридора движения шириной не более 3-х метров (транспортное средство не должно ни одной своей частью выходить из этого коридора).
- г) движении на прямой ровной горизонтальной сухой чистой дороге с цементно- или асфальтобетонным покрытием (коэффициент сцепления шин с дорогой 0,7 – 0,8);
- д) торможении рабочей тормозной системой в режиме экстренного полного торможения путем однократного воздействия на орган управления.

По ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения», категориями обозначаются:

М1. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения (легковые автомобили).

М2. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 т (автобусы).

М3. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т (автобусы).

Н1. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу не более 3,5 т.

Н2. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т.

Н3. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу более 12 т.

2. Тормозной путь автомобиля при начальной скорости торможения выше 40 км в час.

ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» предусматривает методику пересчета нормативов тормозного пути в зависимости от начальной скорости торможения АТС, т.е. скорости, превышающей 40 км в час.

Для этого в ГОСТе приводится следующая формула:

$S_t = A V_0 + V_0^2 / 26 J_{уст.}$ , где

$V_0$  — начальная скорость торможения АТС, км/ч;

$J_{уст.}$  — установившееся замедление, м/с<sup>2</sup>;

$A$  — коэффициент, характеризующий время срабатывания тормозной системы.

При пересчетах нормативов тормозного пути  $S_t$  следует использовать значения коэффициента  $A$  и установившегося замедления  $J_{уст.}$  для различных категорий АТС, приведенные в нижеуказанной таблице (по ГОСТ Р 51709-2001):

Наименование АТС	Категория АТС (тягач в составе автопоезда)	Исходные данные для расчета норматива тормозного пути $S_t$ АТС в снаряженном состоянии	
		$A$	$J_{уст.}$ , м/с <sup>2</sup>
Пассажирские и грузопассажирские автомобили	М <sub>1</sub>	0,10	5,2
	М <sub>2</sub> , М <sub>3</sub>	0,15	4,5
Легковые автомобили с прицепом	М <sub>1</sub>	0,10	5,2
Грузовые автомобили	Н <sub>1</sub> , Н <sub>2</sub> , Н <sub>3</sub>	0,15	4,5
Грузовые автомобили с прицепом (полуприцепом)	Н <sub>1</sub> , Н <sub>2</sub> , Н <sub>3</sub>	0,18	4,5

Далее приводятся значения тормозного пути для различных скоростных режимов, рассчитанных по данной методике.

Для легковых автомобилей:

- при начальной скорости торможения в 50 км/ч тормозной путь будет 23 метра;
- при начальной скорости торможения в 70 км/ч тормозной путь будет равен 43 метрам;
- при начальной скорости торможения в 90 км/ч тормозной путь составляет 69 метров;
- при 110 км/ч — тормозной путь составляет 100 метров;
- при 130 км/ч — 138 метров;
- при 150 км/ч тормозной путь будет 181 метр.

Для автобусов при начальной скорости торможения в 50 км/ч тормозной путь равен 29 метрам, при 70 км/ч – 52 метра, при 90 км/ч – 83 метра.

Для грузовых автомобилей без прицепа – аналогично автобусам.

Для грузовых автомобилей с прицепом (полуприцепом):

- при начальной скорости торможения в 50 км/ч тормозной путь будет 30 метров;
- при начальной скорости торможения в 70 км/ч тормозной путь будет 55 метров;
- при начальной скорости торможения в 80 км/ч тормозной путь будет 69 метров;
- при начальной скорости торможения в 90 км/ч тормозной путь будет 85 метров;

Пересчет значений тормозного пути производится для условий движения на сухом чистом асфальте на режимах торможения согласно правил эксплуатации конкретных марок автомобилей с учетом наличия АБС и без АБС.

3. Тормозной путь автомобиля является основным составляющим длины остановочного пути.

Остановочный путь — это расстояние, которое проходит автомобиль с момента обнаружения водителем опасности на дороге до полной остановки. Остановочный путь будет больше тормозного пути на величину в метрах за время реакции водителя и за время срабатывания тормозной системы. Время реакции водителя составляет от 0,4 до 1,2 с и зависит от профессионализма водителя и его физического и психо — эмоционального состояния (время реакции увеличивается при усталости, заболеваниях, резко возрастает при алкогольном или наркотическом опьянении).

Время срабатывания тормозной системы — это время с момента нажатия на педаль тормоза до приведения в действие тормозного устройства. Зависит от качества и состояния тормозной системы, обычно составляет до 0,4 сек у тормозов с гидравлическим приводом и до 0,8 сек у тормозов с пневматическим приводом.

Для справки. 60 км в час равно 16,7 метров в секунду (60000 м:3600 сек).

4. Тормозной путь автомобиля, кроме начальной скорости торможения, зависит от множества других дополнительных факторов. Это состояние тормозов, состояние шин, наличие АБС, вид дорожного покрытия, погодные условия. Обобщающим показателем состояния шин и дорожных условий является коэффициент сцепления шин с дорогой.

По ГОСТ Р 51709-2001 коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью – это отношение результирующей продольной и поперечной сил реакций опорной поверхности, действующих в контакте колеса с опорной поверхностью, к величине нормальной реакции опорной поверхности на колесо.

Согласно краткого автомобильного справочника (НИИАТ, 1983год) значения коэффициента сцепления при скорости 40 км в час выглядят следующим образом:

Тип покрытия	Коэффициент сцепления с дорогой	
	Сухая поверхность	Мокрая поверхность
Асфальтобетонное, цементобетонное покрытие	0,7-0,8	0,35-0,45
Щебеночное покрытие	0,6-0,7	0,3-0,4
Грунтовая дорога	0,5-0,6	0,2-0,4
Дорога, покрытая укатанным снегом	0,2-0,3	0,2-0,3
Обледенелая дорога	0,1-0,2	0,1-0,2

Измерение фактического коэффициента сцепления шин с дорогой проводят в соответствии с ГОСТ 33078-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием».

### **Практическая работа**

**Расчет грузоподъемности автокрана в зависимости от вылета стрелы.**

Исходные данные для расчёта крана:

Высота подъёма груза, м - 5

Скорость подъёма груза, м/с - 0,2

Вылет стрелы, м - 3,5

Режим работы, ПВ % - 25 (средний)

Привод механизма подъёма и подъёма стрелы - гидравлический.

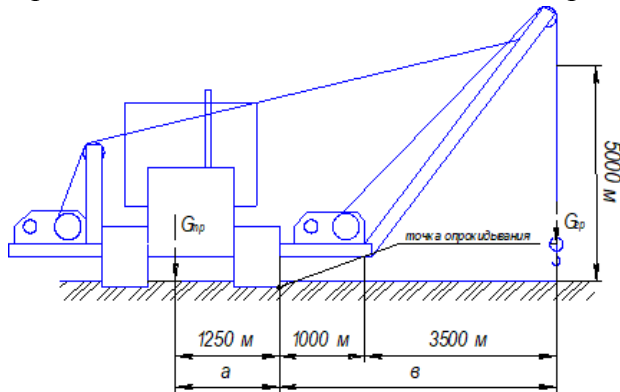


Рис.1 Схема крана

Определяем грузоподъемность крана исходя из уравнения устойчивости.

$$K_y = \frac{M_{восст}}{M_{опр}} \geq 1,4 \quad \frac{M_{восст}}{M_{опр}} = \frac{G_m * a}{G_g * b} = 1,4$$

отсюда максимально допустимый вес груза будет равен:

$$G_g = \frac{G_m * a}{1,4 * b} = Q$$

Где,  $K_y$  - коэффициент грузовой устойчивости,  $K_y = 1,4$ ;

$M_{восст}$  - момент восстанавливающий;

$M_{опр}$  - момент опрокидывающий;

$G_{тр}$ -вес трактора , из технической характеристики  $G_{тр} = 14300$  кг ;

$G_{г}$ -вес груза;

$a$  - расстояние от центра тяжести трактора до точки опрокидывания;

$b$  - расстояние от точки опрокидывания до центра тяжести груза.

;

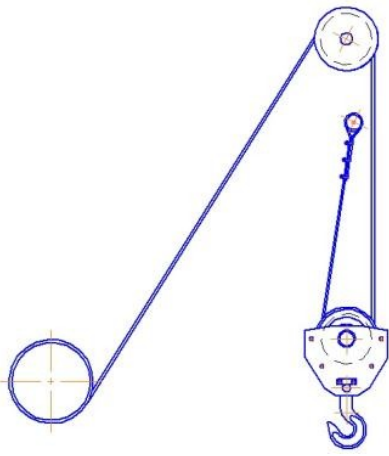
Расчет механизма подъема груза, стрелы

Расчёт механизма подъёма стрелы

1) определяем кратность полиспаста, в зависимости от грузоподъёмности  $Q$ , по таблице [1] (приведена ниже). ( $a=2$ )

$Q$ , т	До 1	1...5	5...12	12...20
$A$	1...2	2...3	3...4	4...6

2) Выбираем крюк и конструкцию крюковой подвески по атласу (крюк №11)



3) Определяю кпд полиспаста (3):

$$\eta_n = \frac{(1 - \eta^2) * \eta_{\varepsilon}}{(1 - \eta) * a}$$

Где  $\eta$  - кпд блока полиспаста  
 $\eta_{\varepsilon}$  - кпд обводного блока

$$\eta_n = \frac{(1 - 0,98^2) * 0,98}{(1 - 0,98) * 2} = 0,97$$

4) Определяю усилие в канате:

$$F_k = \frac{Q * g}{a * \eta_i} = \frac{2,93 * 9,81}{2 * 0,97} = 14,8$$

кН

5) Выбор каната. Канат по правилам РОСГОРТЕХНАДЗОРА выбирается по разрывному усилию указанному в стандарте или в заводском сертификате:

Где:  $K$  - коэффициент запаса прочности, выбирается по таблице (для среднего режима работы - 5,5)  
 кН

Выбираю канат типа ЛК-Р 6Ч19 О.С. диаметром 13

6) Определяю диаметр блоков из условия долговечности канатов по соотношению:

Где:  $d_k$  - диаметр каната ( $d_k = 13$  мм)

$e$  - допускаемое отношение диаметра барабана к диаметру каната.

Принимаем по нормам РОСГОРТЕХНАДЗОРА для кранов общего назначения и среднего режима работы  $e = 18$ .

Принимаю  $D_{\text{бл}} = 240$  мм.  $D_6$  - предварительно принимаю больше  $D_{\text{бл}}$ .  $D_6 = 252$  мм. Для удобства размещения зубчатой полумуфты внутри барабана.

7) Определяю мощность необходимую для выбора двигателя с учётом  $\eta$  механизма привода:

$$P_{\text{ст}} = \frac{Q * g * V_{\text{п}}}{\eta_n * \eta_{\text{м}}} = \frac{2,92 * 9,81 * 0,2}{0,97 * 0,88} = 6,73$$

кВт

8) Выбираю гидромотор по величине  $P_{\text{ст}}$  из атласа [3]:

Гидромотор 210.12

$P_{\text{двиг}} = 8$  кВт

$n = 2400$  мин<sup>-1</sup>

$T_{\text{пуск}} = 36,2$  Нм (страгивания), максимальный 46 Н\*м.

$I_{\text{двиг}} = 0,08$  кгм<sup>2</sup>

Диаметр вала = 20 мм.

9) Определяю номинальный вращающий момент на валу двигателя:



$$T_H = \frac{10^3 * P_{\text{ДВИГ}} * 30}{\pi * n} = \frac{1000 * 8 * 30}{3,14 * 2400} = 31,8$$

Нм

10) Определяю статический момент на валу двигателя:

Нм

11) Определяю частоту вращения барабана:

мин<sup>-1</sup>

12) Определяю передаточное число механизма:

13) Выбираю передаточное число стандартного 3х ступенчатого цилиндрического редуктора из атласа:

$U_p = 80$  (ЦЗУ - 160)

14) Уточняю частоту вращения барабана:

мин<sup>-1</sup>

15) Уточняю диаметр барабана, для того, чтобы сохранить заданную скорость подъёма груза, необходимо увеличить диаметр, так как частота вращения его уменьшилась до 30 при выборе значения первого числа стандартного редуктора.

$$T_{CT} = \frac{P_{CT} * 30 * 10^3}{\pi * n} = \frac{6,73 * 30 * 1000}{3,14 * 2400} = 26,8 \quad n_{\varepsilon} = \frac{V_n * 60 * a}{\pi * D_{\varepsilon}} = \frac{0,2 * 60 * 2}{3,14 * 0,24} = 30,32$$

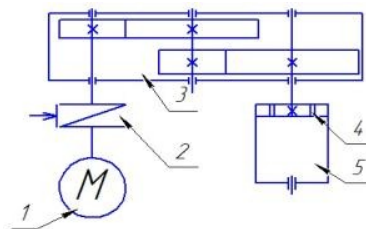


рис.2.1. Кинематическая схема механизма подъема (барабан с одним подшипником и опорой на вал редуктора посредством зубчатой муфты.  
1 – двигатель  
2 – МУВП  
3 – редуктор  
4 – зубчатая муфта  
5 – барабан

$$U = \frac{n_{\text{ААЕА}}}{n_a} = \frac{2400}{30,32} = 79,17 \quad n_{\varepsilon} = \frac{n_{\text{ДВИГ}}}{U_p} = \frac{2400}{80} = 30$$

$$D_{\varepsilon} = \frac{V_n * 60 * a}{\pi * n_{\varepsilon}} = \frac{0,2 * 60 * 2}{3,14 * 30} = 0,255$$

мм.

Значение  $D_{\varepsilon}$  принимаем = 255 мм округлив расчётный диаметр до ближайшего из ряда чисел  $R_{40}$  по ГОСТ 6636 - 69, при этом фактическая скорость подъёма незначительно увеличится.

$$V_n = \frac{\pi * D_{\varepsilon} * n_{\varepsilon}}{60 * a} = \frac{3,14 * 0,255 * 30}{60 * 2} = 0,2$$

м/с

Расхождение с заданной скоростью составляет около 0,14%, что допустимо.

16) Определяю размеры барабана:

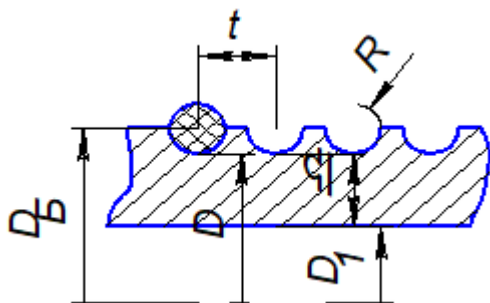


Рис.2 Схема барабана

Определяю шаг нарезки канавок для каната:

мм

$$R_k = 0,54 \cdot d_k = 0,54 \cdot 13 = 7,02 \approx 7 \text{ мм}$$

Определяю толщину стенки:

мм

Определяю диаметр по дну канавки нарезки:

мм

мм

Определяю число витков нарезки:

Где:  $Z_{кр} = 3$ , число витков крепления

$Z_{зап} = 1,5$  число запасных витков

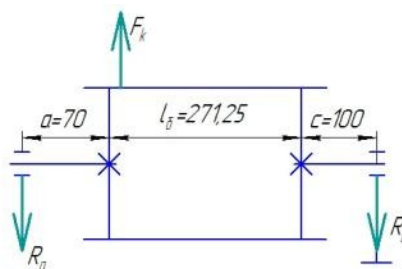
$Z_{раб}$  - число рабочих витков:

17) Расчёт барабана на прочность.

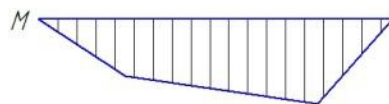
1) Напряжения сжатия:

;

где  $t$  - шаг нарезки



$$Z_{раб} = \frac{h \cdot a}{\pi \cdot D_b} = \frac{5 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,255} = 12,5$$



$$\sigma_{сж} = \frac{F_{max}}{\delta \cdot t}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{14807}{11,1 \cdot 15,5} = 79,6$$

МПа

Допустимые напряжения сжатия для чугуна СЧ15 = 88 МПа

2) напряжения изгиба и кручения  $\phi$  для коротких барабанов  $l_b/D_b < 3$  составляет не более 10%, величину которого можно не учитывать, в нашем примере  $l_b/D_b = 350/255 = 1,06 < 3$  в этом случае напряжения изгиба будут равны:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} = \frac{F_{max} \cdot l_b}{4 \cdot 0,1 \cdot \left( \frac{D^4 - D_1^4}{D} \right)} = 2,07 \text{ МПа}$$

Определяем эквивалентные напряжения:

18) Расчёт крепления каната к барабану.

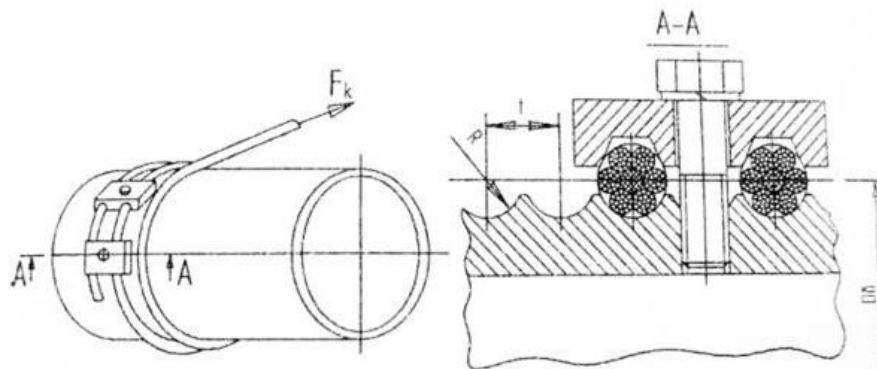
Определяю усилие ветви каната к накладке крепления:

;

где  $e = 2,71$ ;  $f = 0,15$ ;  $b = 3 \cdot \pi$

$$\tau_{кр} = \frac{F_{max} \cdot D_{\delta}}{2 \cdot 0,2 \left( \frac{D^4 - D_1^4}{D} \right)} = 1,95 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{экв} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{нж})^2 + 3\tau_{кр}^2} = \sqrt{(79,6 + 2,07)^2 + 3 \cdot 1,95^2} = 81,75 \text{ МПа}$$



$$F_{кр} = \frac{F_{max}}{e^{f^2}} = \frac{14807}{2,71^{1,413}} = 3617,2 \text{ Н}$$

$$F_{зсш} = \frac{F_{зсш} \cdot K_T}{2 \cdot f \cdot Z_m} = \frac{3617,2 \cdot 1,5}{2 \cdot 0,15 \cdot 2} = 9043 \text{ Н}$$

;

где:  $K_T$  - 1,5 коэффициент запаса сил трения

$Z_m$  - 2 число шпилек или болтов

Размер накладки выбираем исходя из диаметра каната

При  $D_k = 14,2 \text{ мм} \Rightarrow$  резьба шпилек = М16  $d_1 = 14,2 \text{ мм}$  материал шпильки Ст3, [д] = 85

18) Выбор тормоза.

Определяю статический момент при торможении:

$$T_{ст.т} = \frac{Q \cdot g \cdot D_{\delta} \cdot \eta_M}{2a \cdot U_M} = 19,55$$

Нм

Тормоз выбирается с учетом запаса по тормозному моменту т.е.

$T_T \geq T_{ст} \cdot K_T$ ,

где:  $K_T$  - коэффициент запаса тормозного момента.

$$T_T = 19,55 \cdot 1,75 = 34,21 \text{ Нм}$$

Выбираю ленточный тормоз с гидроприводом, с номинальным  $T_T = 100 \text{ Н*м}$

Диаметр тормозного шкива = 200 мм.

19) Выбор муфты. Выбор муфты следует производить по расчётному моменту:

$$T_p = T_{ст} \cdot K_1 \cdot K_2 = 26,8 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 41,8 \text{ Н*м}$$

Выбираю упругую втулочно-пальцевую муфту с тормозным шкивом  $\varnothing = 200 \text{ мм}$ .

20) Выбор редуктора. Производится по передаточному числу  $U_M = 80$ , вращающему моменту на выходном валу  $T_{вых}$  и консольной нагрузке  $F_k$  на выходном валу.

$$T_{вых} = T_{ст} \cdot U_M \cdot \eta_M = 26,8 \cdot 80 \cdot 0,88 = 1885 \text{ Н*м}$$

Выбран редуктор ЦЗУ - 160

$$U_{ред} = 80; T_{вых} = 2 \text{ кНм}; F_k = 11,2 \text{ кН}$$

21) Проверка времени запуска.

$$T_{торм} = \pm T_{ст.торм.} + T_{ин1.т} + T_{ин2.т}$$

Знак (+) следует принимать при опускании груза, т.к. в этом случае время торможения будет больше.

$$T_{ст.т} = \frac{Q * g * D_{\delta} * \eta_M * \eta_n}{2a * U_M} = \frac{2930 * 9,81 * 0,255 * 0,88 * 0,97}{2 * 2 * 80} = 19,55 \text{ Нм}$$

Момент сопротивления сил инерции вращающихся частей привода при запуске:

Нм

Момент сопротивления от сил инерции барабана:

$$T_{ин1} = \frac{1,2 * J_1 * n_1}{9,55 * t_m} = \frac{1,2 * 0,133 * 2400}{9,55 * t_m} = \frac{38,4}{t_m}$$

$$T_{ин2} = \frac{Q * D_{\delta}^2 * n_1 * \eta_m * \eta_n}{38,2 * a^2 * U_m^2 * t_n} = \frac{2930 * 0,255^2 * 2400 * 0,88 * 0,97}{38,2 * 4 * 6400 * t_n} = \frac{0,55}{t_n}$$

$$T_T = 19,55 \text{ Нм}$$

Далее решаем уравнение относительно времени пуска:

$$29,7 - 26,8 = \frac{38,4}{t_n} + \frac{0,55}{t_n} t_n = \frac{38,95}{29,7 - 26,8} = 13,37 \text{ с} \quad J = \frac{V_n}{t_n} = \frac{0,2}{13,37} = 0,015 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Величина ускорения при запуске соответствует рекомендации для механизмов подъема при погрузочно-разгрузочных работах [J] допускается до 0,6 м/с<sup>2</sup>. Медлительность обусловлена особенностями гидравлического привода.

21. Проверка времени торможения:

$$T_{торм} = \pm T_{ст.т} + T_{ин1т} + T_{ин2т}$$

Где:  $T_{торм}$  - среднетормозной момент двигателя; знак плюс следует принимать при опускании груза, так как в этом случае время торможения будет больше;

$T_{ст.т}$  - статический момент сопротивлений при торможении;

$T_{ин1т}$  - момент сопротивлений от сил инерции вращающихся частей привода при торможении;

$T_{ин2т}$  - момент сопротивлений от сил инерции поступательно-движущихся масс при торможении.

Тормозной момент определяется по выбранному двигателю  $T_{торм} = 80 \text{ Н*м}$ .

Определяю моменты сопротивлений при торможении:

$$T_{ст.т.} = \frac{Q * g * D_{\delta} * z_M * z_n}{2 * a * U_M} = \frac{2930 * 9,81 * 0,255 * 0,88 * 0,97}{2 * 2 * 80} = 19,55 \text{ Н * м}$$

Далее решается уравнение относительно времени торможения:

Ускорение при торможении:

$$T_{ин1т} = \frac{1,2 * I_1 * n_1}{9,55 * t_T} = \frac{1,2 * 0,133 * 2400}{9,55 * t_T} = \frac{38,44}{t_T}$$

$$T_{ин2т} = \frac{Q * D_{\delta}^2 * n_1 * z_M * z_n}{38,2 * a^2 * U_M^2 * t_T} = \frac{2930 * 0,255^2 * 2400 * 0,88 * 0,97}{38,2 * 2^2 * 80^2 * t_T} = \frac{0,46}{t_T}$$

$$t_T = \frac{7,32 + 0,26}{80 - 19,55} = 0,64 \text{ с} \quad i = \frac{V_n}{t_T} = \frac{0,2}{0,64} = 0,311 \text{ м/с}^2$$

Величина замедления при торможении соответствует рекомендациям для механизмов подъема при разгрузочно-загрузочных работах ( $[i] = 0,6 \text{ м/с}^2$ ) [1].

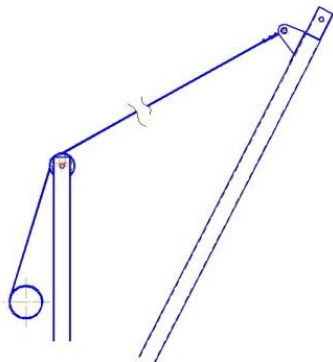
Расчёт механизма подъема стрелы

4) Определяю усилие в канате:

$$F_k = \frac{Q * g}{a * \eta_n} = \frac{0,3 * 9,81}{0,99} = 3,003$$

кН

5) Выбор каната. Канат по правилам РОСГОРТЕХНАДЗОРА выбирается по разрывному усилию указанному в стандарте или в заводском сертификате:



Где: К - коэффициент запаса прочности, выбирается по таблице (для среднего режима работы - 5,5)  
кН

Выбираю канат типа ЛК-Р 6Ч19 О.С. диаметром 5,6 мм.

6) Определяю диаметр блоков из условия долговечности канатов по соотношению:

Где:  $d_k$  - диаметр каната ( $d_k = 5,6$  мм)

$e$  - допускаемое отношение диаметра барабана к диаметру каната.

Принимаем по нормам РОСГОРТЕХНАДЗОРА для кранов общего назначения и среднего режима работы  $e = 18$ .

Принимаю  $D_{бл} = 110$  мм.  $D_6$  - предварительно принимаю больше  $D_{бл}$ .  $D_6 = 120$  мм. Для удобства размещения зубчатой полумуфты внутри барабана.

7) Определяю мощность необходимую для выбора двигателя с учётом з механизма привода:

$$P_{ст} = \frac{Q * g * V_{п}}{\eta_n * \eta_m} = \frac{0,3 * 9,81 * 0,2}{0,98 * 0,88} = 0,683$$

кВт

8) Выбираю гидромотор по величине  $P_{ст}$  из атласа [3]:

Гидромотор 210 - 12

$P_{двиг} = 8$  кВт

$n = 2400$  мин<sup>-1</sup>

$T_{пуск} = 36,2$  Нм (страгивания), максимальный 46 Н\*м.

$I_{двиг} = 0,08$  кгм<sup>2</sup>

Диаметр вала = 20 мм.

9) Определяю номинальный вращающий момент на валу двигателя:

$$T_H = \frac{10^3 * P_{двиг} * 30}{\pi * n} = \frac{1000 * 8 * 30}{3,14 * 2400} = 31,8$$

Нм

10) Определяю статический момент на валу двигателя:

Нм

11) Определяю частоту вращения барабана:

мин<sup>-1</sup>

12) Определяю передаточное число механизма:

13) Выбираю передаточное число стандартного 3х ступенчатого цилиндрического редуктора из атласа:

$U_p = 80$  (ЦЗУ - 160)

14) Уточняю частоту вращения барабана:

мин<sup>-1</sup>

15) Уточняю диаметр барабана, для того, чтобы сохранить заданную скорость подъёма груза, необходимо увеличить диаметр, так как частота вращения его уменьшилась до 30 при выборе значения первого числа стандартного редуктора.

$$T_{CT} = \frac{P_{CT} * 30 * 10^3}{\pi * n} = \frac{0,683 * 30 * 1000}{3,14 * 2400} = 2,72 \quad n_{\varepsilon} = \frac{V_n * 60 * a}{\pi * D_{\varepsilon}} = \frac{0,2 * 60}{3,14 * 0,12} = 31,83$$

$$U = \frac{n_{ДВИГ}}{n_{\varepsilon}} = \frac{2400}{31,83} = 75,4 \quad n_{\varepsilon} = \frac{n_{ДВИГ}}{U_p} = \frac{2400}{80} = 30 \quad D_{\varepsilon} = \frac{V_n * 60 * a}{\pi * n_{\varepsilon}} = \frac{0,2 * 60}{3,14 * 30} = 0,127$$

мм.  
Значение  $D_{\varepsilon}$  принимаем = 127 мм округлив расчётный диаметр до ближайшего из ряда чисел  $R_{a40}$  по ГОСТ 6636 - 69, при этом фактическая скорость подъёма незначительно увеличится.

$$V_n = \frac{\pi * D_{\varepsilon} * n_{\varepsilon}}{60 * a} = \frac{3,14 * 0,127 * 30}{60} = 0,1995$$

м/с  
Расхождение с заданной скоростью составляет около 0,25%, что допустимо.

16) Определяю размеры барабана:

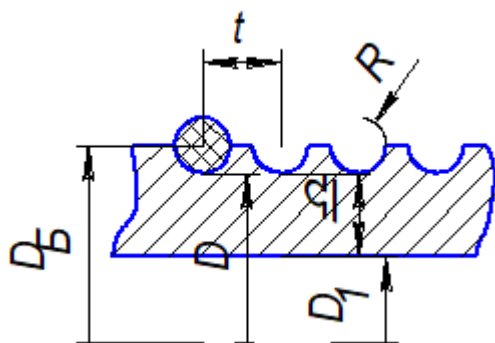


Рис.2 Схема барабана

Определяю шаг нарезки канавок для каната:

мм  
 $R_k = 0,54 * d_k = 0,54 * 5,6 = 3,02 \approx 3 \text{ мм}$

Определяю толщину стенки:

мм  
Определяю диаметр по дну канавки нарезки:

мм  
мм  
Определяю число витков нарезки:

Где:  $Z_{кр} = 3$ , число витков крепления

$Z_{зап} = 1,5$  число запасных витков

$Z_{раб}$  - число рабочих витков:

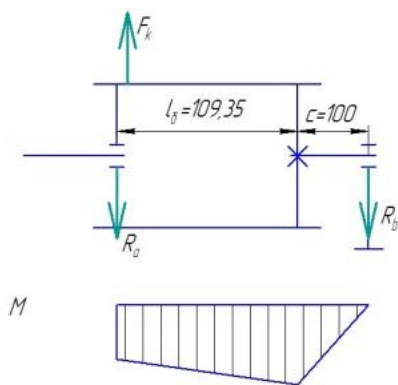
17) Расчёт барабана на прочность.

1) Напряжения сжатия:

;  
где  $t$  - шаг нарезки

$$Z_{раб} = \frac{h * a}{\pi * D_{\varepsilon}} = \frac{5}{3,14 * 0,127} = 8,77 \quad \sigma_{сж} = \frac{F_{max}}{\delta * t} \quad \sigma_{фак} = \frac{3003,1}{10 * 8,1} = 37,1$$

МПа  
Допустимые напряжения сжатия для чугуна СЧ15 = 88 МПа



2) напряжения изгиба  $\sigma$  и кручения  $\tau$  для коротких барабанов  $l_b/D_b < 3$  составляет не более 10%, величину которого можно не учитывать, в нашем примере  $l_b/D_b = 109,4/127 = 0,86 < 3$  в этом случае напряжения изгиба будут равны:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} = \frac{F_{max} * l_{\delta}}{4 * 0,1 * (\frac{D^4 - D_1^4}{D})} = 0,89 \text{ МПа}$$

Определяем эквивалентные напряжения:

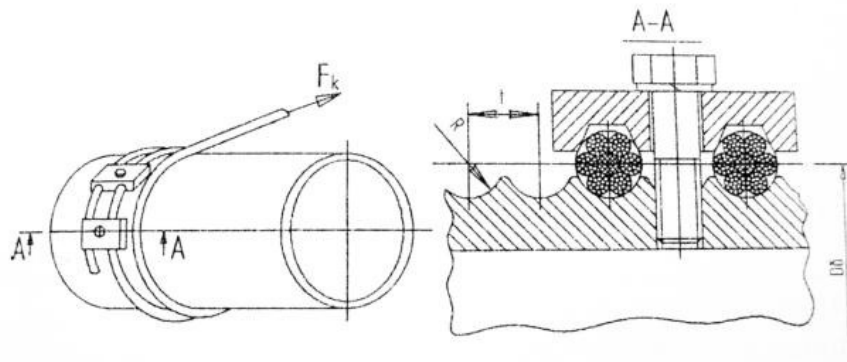
18) Расчёт крепления каната к барабану.

Определяю усилие ветви каната к накладке крепления:

;

где  $e = 2,71$ ;  $f = 0,15$ ;  $b = 3 * \pi$

$$\tau_{кр} = \frac{F_{max} * D_{\delta}}{2 * 0,2 * (\frac{D^4 - D_1^4}{D})} = 1,04 \text{ МПа} \quad \sigma_{экв} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{изг})^2 + 3\tau_{кр}^2} = \sqrt{(37,1 + 0,89)^2 + 3 * 1,04^2} = 63,76 \text{ МПа}$$



$$F_{кр} = \frac{F_{max}}{e^{f\lambda}} = \frac{3003,1}{2,71^{1,413}} = 733,6 \text{ Н}$$

$$F_{затм} = \frac{F_{кр} * K_T}{2 * f * Z_m} = \frac{733,6 * 1,5}{2 * 0,15 * 2} = 1834 \text{ Н}$$

;

где:  $K_T$  - 1,5 коэффициент запаса сил трения

$Z_m$  - 2 число шпилек или болтов

Размер накладки выбираем исходя из диаметра каната

При  $D_k = 6,9$  мм  $\Rightarrow$  резьба шпилек = М8  $d_1 = 6,9$  мм материал шпильки Ст3, [д] = 85

18) Выбор тормоза.

Определяю статический момент при торможении:

$$T_{ст.т} = \frac{Q * g * D_{\delta} * \eta_M}{2a * U_M} = 2,01$$

Нм



Тормоз выбирается с учетом запаса по тормозному моменту т.е.

$$T_T \geq T_{ст} \cdot K_T,$$

где:  $K_T$  - коэффициент запаса тормозного момента.

$$T_T = 2,01 \cdot 1,75 = 4,03 \text{ Нм}$$

Выбираю ленточный тормоз с гидроприводом, с номинальным  $T_T = 20 \text{ Нм}$

Диаметр тормозного шкива = 100 мм.

19) Выбор муфты. Выбор муфты следует производить по расчётному моменту:

$$T_p = T_{ст} \cdot K_1 \cdot K_2 = 2,01 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 3,53 \text{ Нм}$$

Выбираю упругую втулочно-пальцевую муфту с тормозным шкивом  $\varnothing = 100 \text{ мм}$ .

20) Выбор редуктора. Производится по передаточному числу  $U_M = 80$ , вращающему моменту на выходном валу  $T_{вых}$  и консольной нагрузке  $F_k$  на выходном валу.

$$T_{вых} = T_{ст} \cdot U_M \cdot z_M = 2,01 \cdot 80 \cdot 0,88 = 191,2 \text{ Нм}$$

Выбран редуктор ЦЗУ - 160

$$U_{ред} = 80; T_{вых} = 2 \text{ кНм}; F_k = 11,2 \text{ кН}$$

21) Проверка времени запуска.

$$T_{торм} = \pm T_{ст.торм.} + T_{ин1.т} + T_{ин2.т}$$

Знак (+) следует принимать при опускании груза, т.к. в этом случае время торможения будет больше.

$$T_{ст.т} = \frac{Q \cdot g \cdot D_{\varepsilon} \cdot \eta_M \cdot \eta_{II}}{2a \cdot U_M} = \frac{300 \cdot 9,81 \cdot 0,127 \cdot 0,88 \cdot 0,98}{2 \cdot 80} = 2,01 \text{ Нм}$$

Момент сопротивления сил инерции вращающихся частей привода при запуске:

$\text{Нм}$

Момент сопротивления от сил инерции барабана:

Далее решаем уравнение относительно времени пуска:

$$T_{ин1} = \frac{1,2 \cdot J_1 \cdot n_1}{9,55 \cdot t_m} = \frac{1,2 \cdot 0,092 \cdot 2400}{9,55 \cdot t_m} = \frac{26,6}{t_m}$$

$$T_{ин2} = \frac{Q \cdot D_{\varepsilon}^2 \cdot n_1 \cdot \eta_m \cdot \eta_n}{38,2 \cdot a^2 \cdot U_m^2 \cdot t_n} = \frac{300 \cdot 0,127^2 \cdot 2400 \cdot 0,88 \cdot 0,98}{38,2 \cdot 1 \cdot 6400 \cdot t_n} = \frac{0,055}{t_n} \quad 29,7 - 2,72 = \frac{26,6}{t_n} + \frac{0,055}{t_n}$$

$$t_n = \frac{26,655}{29,7 - 2,72} = 0,99 \text{ с} \quad J = \frac{V_{II}}{t_n} = \frac{0,2}{0,99} = 0,203 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Величина ускорения при запуске соответствует рекомендации для механизмов подъёма при погрузочно-разгрузочных работах. [ $J$ ] до 0,6.

21. Проверка времени торможения:

$$T_{торм} = \pm T_{ст.т.} + T_{ин1т} + T_{ин2т}$$

Где:  $T_{торм}$  - среднетормозной момент двигателя; знак плюс следует принимать при опускании груза, так как в этом случае время торможения будет больше;

$T_{ст.т.}$  - статический момент сопротивлений при торможении;

$T_{ин1т}$  - момент сопротивлений от сил инерции вращающихся частей привода при торможении;

$T_{ин2т}$  - момент сопротивлений от сил инерции поступательно-движущихся масс при торможении.

Тормозной момент определяется по выбранному двигателю  $T_{торм} = 25 \text{ Нм}$ .

Определяю моменты сопротивлений при торможении:

$$T_{ст.т.} = \frac{Q \cdot g \cdot D_{\varepsilon} \cdot z_M \cdot z_{II}}{2 \cdot a \cdot U_M} = \frac{300 \cdot 9,81 \cdot 0,127 \cdot 0,88 \cdot 0,98}{2 \cdot 80} = 2,01 \text{ Нм}$$

Далее решается уравнение относительно времени торможения:

Ускорение при торможении:



$$T_{ин1т} = \frac{1,2 * I_1 * n_1}{9,55 * t_T} = \frac{1,2 * 0,092 * 2400}{9,55 * t_T} = \frac{26,6}{t_T}$$

$$T_{ин2т} = \frac{Q * D_6^2 * n_1 * z_M * z_n}{38,2 * a^2 * U_M^2 * t_T} = \frac{300 * 0,127^2 * 2400 * 0,88 * 0,98}{26,6 * 80^2 * t_T} = \frac{0,05}{t_T}$$

$$t_T = \frac{26,6 + 0,05}{80 - 2,01} = 0,95 \text{ с} = \frac{V_n}{t_T} = \frac{0,2}{0,95} = 0,21 \text{ м/с}^2$$

Величина замедления при торможении соответствует рекомендациям для механизмов подъема при разгрузочно-загрузочных работах ( $[i] = 0,6 \text{ м/с}^2$ ).

#### Раздел 4. Расчёт металлоконструкции

трактор трубоукладчик кран стрела

Расчёт металлоконструкции включает в себя:

- 1) расчёт прочности металлоконструкции стрелы
- 2) расчёт прочности оси блока
- 3) расчёт прочности оси опоры стрелы

Нагрузка, действующая на ось канатного направляющего блока, равна  $Q = 2930 \text{ кг} = 29300 \text{ Н}$ . Блок установлен на оси на 2 радиальных подшипниках. Так как ось направляющего блока неподвижная и находится под действием постоянной нагрузки, то ведется расчет на статическую прочность по изгибу. Рассчитываемую ось можно рассматривать как двух - опорную балку, свободно расположенную на опорах, с двумя сосредоточенными силами  $P$ , действующими на нее со стороны подшипников. Расстояние ( $a$ ) от опоры оси до действия нагрузки принимаю равным  $0,015 \text{ м}$ .

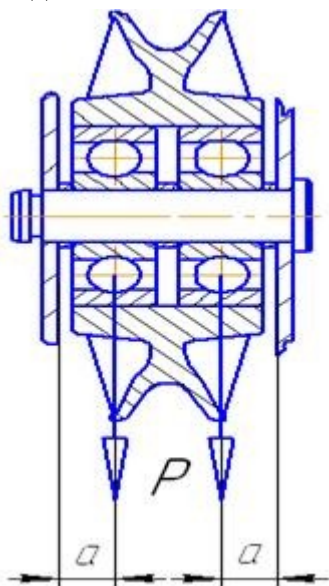


Рис. 3 Схема действия нагрузок со стороны подшипников на ось блока.

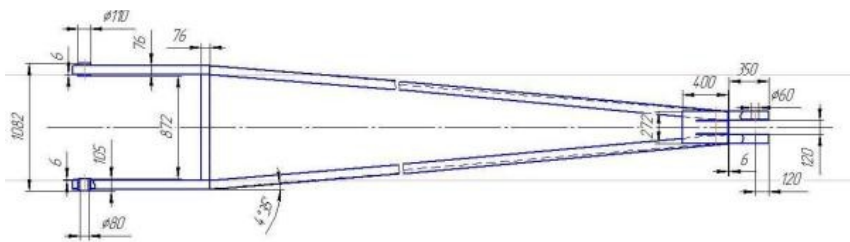
Эпюра изгибающих моментов представляет собой трапецию, а значение изгибающего момента будет равно:

$$T_{изг} = P * a = (Q/2) * a = 2,93 * 9810 * 0,015/2 = 215,5 \text{ Н}$$

Требуемый диаметр оси определяется из следующей формулы:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{13}} = \sqrt[3]{\frac{T_{изг}}{13}} = \sqrt[3]{\frac{215,5}{13}} = 0,0255 \text{ м}$$

Из ряда чисел принимаю стандартное значение диаметра оси блока  $d=30 \text{ мм}$ .



Рассчитываем прочность оси стрелы.

$$\sigma_{см} = \frac{F_{см}}{S_{см}} \leq [\sigma]$$

,

где  $S_{см}$  - площадь смятия,  $S_{см} = p \cdot d$ ,

где  $d$  - толщина проушины, м.

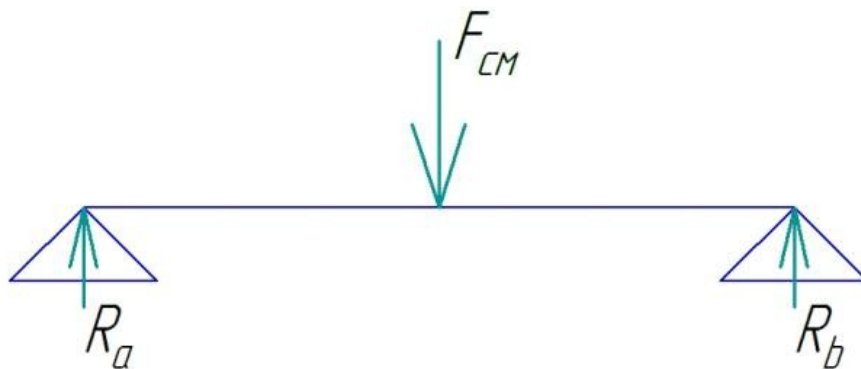
$$S_{см} = p \cdot 0,04 \cdot 0,005 = 0,00126 \text{ м}^2,$$

$$F_{см} = G_{стр} \cdot \cos(90-\beta) + G_{тр} \cdot \cos(90-\beta) + F_{шт} \cdot \cos\gamma + F_k \cdot \cos\beta,$$

где:  $\beta$  - угол наклона стрелы,

$\gamma$  - угол наклона троса механизма подъёма груза,

$\gamma$  - угол наклона троса механизма подъёма стрелы.



$$F_{см} = 7 \cdot 200 \cdot \cos(90-\beta) + G_{тр} \cdot \cos(90-\beta) + F_{шт} \cdot \cos\gamma + F_k \cdot \cos\beta = 37641,5 \text{ Н},$$

$$\sigma_{см} = \frac{37641,5}{0,00126} = 29,97 \text{ МПа} \leq [180]$$

Отсюда принимаем диаметр оси стрелы 40 мм.

Заодно, рассчитаем напряжение стрелы на сжатие:

Взяв  $l$  за 140, приняв коэффициент заделки за 1 определяем, что площадь сечения равна:

$$S = 140 \cdot \sigma / F_{сж} = 140 \cdot 0,45 / 37641,5 = 16,73 \text{ см}^2,$$

Также найдём необходимый радиус инерции:

$$r = l_{стр} / 140 = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}.$$

Принимаем швеллер 20-П по прототипу:  $r = 8,08 \text{ см}$ ,  $S = 87,98 \text{ см}^2$ ,  $W = 152 \text{ см}^3$ .

Рассчитываем напряжение на сжатие:

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{сж} \cdot \sigma}{S_{сеч}} = \frac{37641,5 \cdot 0,45}{2 \cdot 87,98} = 1,07 \text{ МПа}$$

Ищем изгибающую силу, действующую перпендикулярно наклону стрелы.

$$M_{изг} = l_{стр} \cdot [G \cdot \cos\beta - F_k \cdot \sin\beta - F_k \cdot \sin\gamma] = 11951,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент сопротивления будет равен

$$W = 2W = 2 \cdot 152 = 304 \text{ см}^3.$$

$$\sigma_{изг} = 11951,9 / 304 = 39,32 \text{ МПа},$$

что меньше допустимого.

Рассчитаем эквивалентное напряжение:

$$y_{\text{экв}} = \sqrt{y_{\text{сж}}^2 + y_{\text{изг}}^2} = \sqrt{1,07^2 + 39,32^2} = 39,33 \text{ МПа}$$

что также меньше допустимого.

### **Практическая работа**

**Составление схемы стоянки автокрана вблизи котлована и траншей.**

**Составление схемы стоянки автокрана вблизи линии электропередач.**

## **ТЕСТ К ЗАЧЕТУ**

### **Вариант 1**

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

**1. Основные классы факторов, действующих на производстве:**

- а) вредный;
- б) опасный;
- в) несчастный случай.

**2. К физическим опасным и вредным факторам относятся:**

- а) микроорганизмы;
- б) повышенный уровень вибраций;
- в) пониженная температура в рабочем помещении.

**3. Психофизиологические факторы — это:**

- а) умственное переутомление;
- б) недостаточная освещенность;
- в) монотонность труда.

**4. Источниками опасности при проведении работ на расточных станках являются:**

- а) разбрызгивание СОЖ;
- б) измерение заготовки в процессе обработки;
- в) ненадежное закрепление режущего инструмента.

**5. Наличие опасных факторов при растачивании может привести:**

- а) к поражению электрическим током;
- б) к порезам рук;
- в) к излучениям.

**6. К средствам коллективной защиты относятся:**

- а) противошумовые шлемы;
- б) оградительные устройства;
- в) знаки безопасности.

**7. На сколько групп подразделяются опасные и вредные производственные факторы по природе действия на организм человека?**

- а) Три.
- б) Пять.
- в) Четыре.

**8. Для предохранения от СОЖ применяют:**

- а) пасты для защиты кожи рук;
- б) щитки;
- в) наушники.

**9. Рукавицы (перчатки) используют:**

- а) для защиты рук от воздействия СОЖ;
- б) при установке заготовки;
- в) во время работы на станке.

**10. К средствам защиты от поражения электрическим ТОКОМ ОТНОСЯТСЯ:**

- а) звукоизолирующие устройства;
- б) устройства защитного заземления;
- в) знаки безопасности.

**11. Воздействие опасных факторов при растачивании может привести к:**

- а) поражению глаз стружкой;
- б) ранению при ненадежном креплении инструмента;

в) поражению электрическим током.

**12. Недостаточная освещенность приводит к:**

- а) ухудшению зрения;
- б) способствует наездам, травмам;
- в) затрудняет восприятие звуковых предупредительных сигналов.

**Вариант 2**

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

**1. Опасность поражения человека электрическим током зависит от:**

- а) силы тока;
- б) продолжительности воздействия электрического тока;
- в) напряжения электрического тока.

**2. Основными признаками электрического удара являются:**

- а) покраснение кожи;
- б) потеря сознания;
- в) появление судорог.

**3. Основными причинами электротравматизма являются:**

- а) нарушение правил техники безопасности при эксплуатации электрооборудования;
- б) наличие заземления корпуса станка;
- в) отсутствие заземления корпуса станка.

**4. Правила электробезопасности — при работе на станке:**

- а) лампочка местного освещения должна питаться от сети с напряжением 220 В;
- б) необходимо следить, чтобы не было оголенных проводов;
- в) нужно выполнять требования сигнальных знаков.

**5. Смертельно опасным для человека считается ток**

- а) 0,01 А;
- б) 0,1 А;
- в) 0,005 А.

**6. Для тушения пожара в электроустановках надо применять:**

- а) воду;
- б) углекислотные огнетушители;
- в) пенные огнетушители.

**7. При неисправности электрооборудования надо:**

- а) вызвать электромонтера;
- б) самому расточнику приступить к ремонту;
- в) вызвать электромонтера, до его прихода проводить ремонт.

**8. Расточник обязательно должен знать:**

- а) правила электробезопасности;
- б) места расположения средств пожаротушения;
- в) правила ремонта электрооборудования.

**9. По действию электрического тока различают следующие виды поражения:**

- а) радиационное;
- б) комплексное;
- в) тепловое.

**10. Человеческое тело при прохождении через него электрического тока является:**

- а) проводником;
- б) диэлектриком;
- в) полупроводником.

**11. Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает:**

- а) тепловое воздействие;
- б) биологическое воздействие;
- в) химическое воздействие.

**12. Лампочка местного освещения должна питаться от сети с напряжением:**

- а) 220 В;
- б) 36 В;
- в) 120 В.

### **Вариант 3**

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

**1. Основной причиной пожара может быть:**

- а) неисправность электропроводки;
- б) курение на рабочем месте;
- в) хранение масляных тряпок, ветоши в железном ящике.

**2. Опасным фактором пожара является:**

- а) дым;
- б) повышение концентрации кислорода;
- в) падающие части конструкций, агрегатов.

**3. Противопожарная защита обеспечивается:**

- а) применением средств противодымной защиты;
- б) организацией эвакуации людей;
- в) применением средств пожаротушения.

**4. В целях пожарной безопасности при работе на станке необходимо:**

- а) соблюдать чистоту и порядок;
- б) самому исправить повреждение в электропроводке;
- в) тушить пожар песком.

**5. Для тушения пожара в электроустановках применяют:**

- а) углекислотные огнетушители;
- б) воду;
- б) пену.

**6. При возникновении загорания токарь-расточник обязан:**

- а) тушить пожар собственными средствами;
- б) ждать прибытия пожарной команды;
- в) вызвать пожарную команду.

**7. При возникновении неисправности электрооборудования токарю-расточнику надо:**

- а) самому устранить повреждения;
- б) вызвать электромонтера;
- в) начать исправлять повреждения и вызвать мастера.

**8. В случае пожара следует:**

- а) выключить электродвигатель;
- б) вызвать мастера;
- в) вызвать пожарную команду.

**9. Вода применяется при возгорании:**

- а) электроустановки;
- б) шкафа для одежды;
- в) ящика для хранения ветоши.

**10. Расточник обязательно должен знать:**

- а) правила пожарной безопасности;
- б) пути эвакуации;
- в) правила ремонта электропроводки.

**11. Огнетушитель ОУ-2 является:**

- а) химическим пенным;
- б) углекислотным;
- в) порошковым.

**12. Углекислотным огнетушителем запрещается тушить:**

- а) электроустановки под напряжением до 1000 В;
- б) электроустановки под напряжением более 1000 В;
- в) материалы, горение которых происходит без доступа воздуха.

**13. Химическим пенным огнетушителем запрещается тушить:**

- а) легко воспламеняющиеся жидкости;
- б) щелочные металлы и вещества, горение которых происходит без доступа воздуха;
- в) электроустановки, находящиеся под напряжением.

**14. Порошковым огнетушителем запрещается тушить:**

- а) горючие жидкости;
- б) электроустановки под напряжением более 1000 В

**Перечень контрольных вопросов**

**«Правовые и нормативные основы безопасности труда»**

1. Расскажите о роли системы стандартов безопасности труда в обеспечении безопасности на производстве.
2. Какие органы осуществляют государственный контроль законодательства по охране труда?
3. Что такое общественный контроль законодательства по охране труда?
4. Назовите виды ответственности за нарушение правил и норм по охране труда.
5. Когда для руководящего состава наступает уголовная ответственность?
6. В каких случаях руководителя можно привлечь к материальной ответственности?
7. Назовите виды внутриведомственного контроля?
8. Какие функции предоставлены общественному контролю за соблюдением правил и норм охраны труда?

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

1. Термин «Охрана труда» и входящие в него мероприятия.
2. Средства индивидуальной защиты.
3. Права работников в области охраны труда.
4. Основные направления государственной политики в области охраны труда.
5. Ограничения для подростков при выполнении тяжёлых и вредных работ.
6. Льготы и компенсации при выполнении работ с вредными и опасными условиями труда.
7. Лица ответственные за состояние охраны труда на предприятии.
8. Лица, организующие работу по охране труда на предприятии.
9. Виды ответственности за нарушения правил охраны труда.
10. Надзор и контроль за соблюдением законодательства, правил и норм охраны труда.
11. Общественный и ведомственный контроль за охраной труда.
12. Виды несчастных случаев.
13. Расследование несчастных случаев на производстве.
14. Документы, оформляемые при несчастном случае
15. Виды инструктажей.
16. Роль температуры и влажности в микроклимате помещения.
17. Последствия работы в запылённых и загазованных помещениях.
18. Способы борьбы с запылённостью и загазованностью помещений.
19. Виды вентиляции.
20. Виды систем отопления, их достоинства и недостатки.
21. Требования, предъявляемые к водоснабжению и канализации на предприятии.
22. Виды освещения.
23. Требования к рациональному освещению.
24. Правила организации и расчёта искусственного освещения.
25. Методы измерения и борьба с шумом.
26. Вибрация и пути её снижения.
27. Продолжительность рабочего дня, недели у взрослых и подростков.
28. Перечень профессий с сокращённым рабочим днём.
29. Ненормированный рабочий день.
30. Перерывы в течение рабочей смены.
31. Правила предоставления еженедельного непрерывного отдыха.
32. Правила предоставления работникам ежегодного отпуска.
33. Средства коллективной защиты.
34. Рабочее время водителя.
35. Особенности учёта рабочего времени водителя.
36. Требования производственной санитарии к помещениям мастерских.
37. Техника безопасности, её основные задачи.
38. Виды защитных средств и их назначение.
39. Правила безопасности при шиномонтажных работах.
40. Хранение автомобилей на открытых площадках и стояночных боксах.
41. Помещения для технического обслуживания и ремонта автомобилей.
42. Пожарная безопасность при обслуживании и ремонте автомобилей.
43. Требования безопасности, при ремонте газобаллонных автомобилей.
44. Опасные и вредные факторы, возникающие при сварочных работах.



45. Техника безопасности при медницко-жестяницких работах.
46. Опасные факторы при вулканизационных и шиномонтажных работах.
47. Причины и последствия поражения эл. током.
48. Требования, предъявляемые к ручному слесарному инструменту.
49. Классификация грузов по весовым категориям и степени опасности.
50. Безопасность труда при работе с электроинструментом.
51. Требования к организации перевозки грузов автомобилями.
52. Требования, предъявляемые к погрузочно-разгрузочные площадки.
53. Управление подъёмно-транспортным оборудованием.
54. Обязанности водителя при перевозке грузов.
55. Требования безопасности при перевозке контейнеров.
56. Причины пожаров.
57. Разновидности горения.
58. Основные функции органов Государственного пожарного надзора.
59. Ответственные за пожарную безопасность на предприятии.
60. Основные причины пожаров на автотранспортном предприятии.
61. Использование огнетушащих средств при пожаре.
62. Виды автоматизированных противопожарных систем.
63. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду.
64. Примеры отрицательного воздействия автомобиля на окружающую среду.
65. Снижение шумового воздействия автотранспорта на человека.
66. Ответственность за загрязнение окружающей среды.
67. Виды дисциплинарных взысканий.
68. Наложение штрафов и замечаний инспекторами.
69. Привлечение работника к материальной ответственности.
70. Уголовная ответственность за нарушения охраны труда.
71. Проведение вводного инструктажа.
72. Цель проведения первичного инструктажа.
73. Проведение повторного инструктажа.
74. Цель проведения внепланового инструктажа.
75. Кабинет охраны труда на предприятии.

#### 2.4. Пакет экзаменатора<sup>1</sup>

##### ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

<b>Задание</b> _____ <i>указывается тип задания (теоретическое, практическое), номер задания и его краткое содержание</i>		
<b>Результаты освоения</b> (объекты оценки)	<b>Критерии оценки результата</b> (в соответствии с разделом 1 «Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств»)	<b>Отметка о выполнении</b>
<b>Условия выполнения заданий</b> (если предусмотрено)  Время выполнения задания мин./час. <i>(если оно нормируется)</i> _____ Требования охраны труда: _____ <i>инструктаж по технике безопасности, спецодежда, наличие инструктора и др.</i> Оборудование: _____ Литература для экзаменуемых (справочная, методическая и др.) _____ Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и т.п.) _____		

<sup>1</sup> Пакет экзаменатора может быть сформирован как по всем заданиям (если оценивание проводится одновременно и / или объем заданий невелик), так и по каждому заданию (если оценивание рассредоточено во времени и проводится по накопительной системе и / или объем заданий велик). Приведен макет для одного задания.