

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания для практических занятий

для направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
направленность (профиль) Цифровые технологии проектирования и управления
технологическим оборудованием

**Ставрополь
2023**

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	6
Практическое занятие №1. Расчет стальных канатов и канатных стропов.....	6
Практическое занятие №2. Расчет траверс.....	9
Практическое занятие № 3. Расчет и подбор полиспастов.....	13
Практическое занятие №4. Определение канатоемкости и расчет закрепления лебедок.....	19
Практическое занятие №5. Расчет якорей.....	22
Практическое занятие №6. Расчет поворотных шарниров.....	26
Практическое занятие №7. Расчет тягового усилия при транспортировании оборудования и выбор автотранспортных средств.....	29
Практическое занятие № 8. Расчет монтажных штуцеров.....	33
Практическое занятие № 9. Подбор грузоподъемного крана для монтажа вертикального сосуда.....	38
ЛИТЕРАТУРА.....	43

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие №1. Расчет стальных канатов и канатных стропов

Цель: приобретение знаний и умений по расчету и выбору элементов такелажной оснастки.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета канатов и стропов.

При выполнении такелажных работ, связанных с монтажом различного технологического оборудования и конструкцией чаще всего применяются стальные канаты. Они используются для изготовления стропов и грузовых подвесок, в качестве расчалок, оттяжек и тяг, также для оснастки полиспастов, лебедок и монтажных кранов.

Стальные канаты рассчитываются на прочность путем определения максимальных расчетных усилий в ветвях, умножения на коэффициент запаса прочности и сравнения полученных значений с разрывным усилием каната в целом. При этом расчетные усилия, действующие на канат, включают нормативные нагрузки без учета коэффициентов перегрузки и динамичности массы грузов с монтажными приспособлениями и усилий в оттяжках, тягах.

Расчет стального каната проводят в следующем порядке.

1. Определяют разрывное усилие каната (кН):

$$R_{\text{н}} = S \cdot k_3,$$

где S – максимальное расчетное усилие в канате, кН; k_3 - коэффициент запаса прочности.

2. В зависимости от назначения выбирают более гибкий (6×36) или более жесткий (6×19) канат и по таблице ГОСТа устанавливают его характеристику: тип, конструкцию, временное сопротивление разрыву, разрывное усилие (не менее расчетного) диаметр и массу.

Пример 1.1. Подобрать и рассчитать стальной канат для электролебедки с тяговым усилием $S = 100$ кН.

Решение

1. Подсчитываем разрывное усилие в канате, определив по данным [10, 11] коэффициент запаса прочности $k_3 = 5$ для грузового каната с легким режимом работы.

Тогда

$$R_{\text{н}} = S \cdot k_3 = 100 \cdot 5 = 500 \text{ кН.}$$

2. Выбираем для лебедки гибкий канат ЛК – РО конструкции 6×36 (1+7+7/7+14) +1 о. с. (ГОСТ 7668 -81*) и по таблице ГОСТа определяем его характеристики:

временное сопротивление разрыву, МПа	1764
разрывное усилие, кН	517
диаметр каната, мм	31
масса 1000 м каната, кг	3655

Расчет канатных стропов производят в следующем порядке.

Схема к расчету приведена на рисунке 1.1.

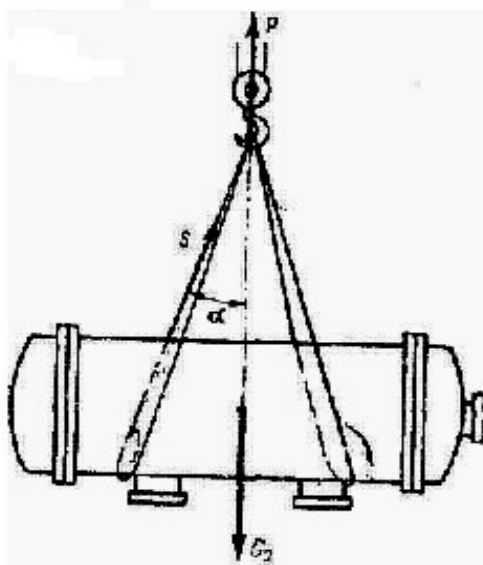


Рисунок 1.1 – Расчетная схема стропов

1. Определяют натяжение (кН) в одной ветви стропа:

$$S = P / (m \cdot \cos \alpha),$$

где P – расчетное усилие, приложенное к стропу, без учета коэффициентов нагрузки и динамичности, кН; m – общее количество ветвей стропа; α – угол между направлением действия расчетного усилия и ветвью стропа, которым за-

даются исходя из поперечных размеров поднимаемого оборудования и способа строповки (этот угол рекомендуется назначать не более 45° , имея в виду, что увеличением его усилие в ветви стропа значительно возрастает).

2. Находят разрывное усилие в ветви стропа (кН):

$$R_H = S \cdot k_3,$$

где k_3 - коэффициент запаса прочности для стропа (по данным [10, 11]).

3. По расчетному разрывному усилию, пользуясь таблицей ГОСТа (по данным [10, 11]), подбирают наиболее гибкий стальной канат и определяют его технические данные: тип и конструкцию, временное сопротивление разрыву, разрывное усилие и диаметр.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо провести расчет используемого для строповки горизонтального аппарата стального каната по вышеописанной методике.

Таблица 1.1 – Исходные данные к заданию

№ Варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса аппарата, G_0 , т	36	36	38	38	35	40	42	42	32	30	30	25

Практическое занятие №2. Расчет траверс

Цель: приобретение знаний и умений по расчету и выбору элементов та-
келажной оснастки.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета траверс.

Траверсы представляют собой жесткие грузозахватные приспособления, используемые для строповки при подъеме крупногабаритных конструкций и оборудования.

В практике монтажа оборудования применяются траверсы двух типов – работающие на изгиб и на сжатие (рисунок 2.1).

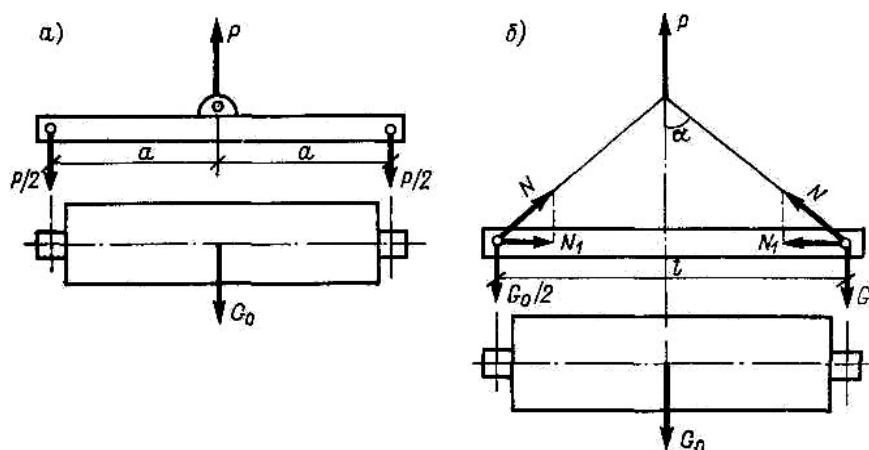


Рисунок 2.1 –
Расчетные схемы
траверс, работающих
на изгиб и сжатие: а)
на изгиб; б) на сжатие

Расчет траверсы, работающей на сжатие, производят в следующем порядке.

1. Находят натяжение в каждой канатной подвеске (кН), соединяющей стержень траверсы с крюком грузоподъемного механизма:

для однобалочной траверсы

$$N = 10 \cdot G_0 / (2 \cdot \cos \alpha),$$

где G_0 – масса поднимаемого оборудования, т; α – угол наклона тяги к вертикали ($\alpha = 45^\circ$).

2. По найденному усилию рассчитывают стальной канат для подвесок (см. расчет каната).

3. Определяют сжимающие усилия в стержнях траверсы (кН):

$$N_1 = 10 \cdot G_0 \cdot K_n \cdot K_d \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2,$$

где K_n – коэффициент прочности; K_d – коэффициент динамичности ($K_n = K_d = 1,1$).

4. В зависимости от величины нагрузки и длины траверсы задаются формой её поперечного сечения, выбирая сплошное сечение из одиночного швеллера, двутавра или стальной трубы. Для усиленной траверсы (сквозной) применяют сечение из двух швеллеров, двутавров, трубы усиленной уголками.

5. Если траверса изготовлена сплошного сечения, то для расчета его площади используют формулу (см²):

$$F_{mp} = N_l(\varphi \cdot m \cdot 0,1R),$$

где φ - коэффициент продольного изгиба; m – коэффициент условий работы ($m=0,85$); R – расчетное сопротивление сортового стального проката (по данным [10, 11]), МПа.

6. По данным [10, 11] подбирают стальную трубу, двутавр или швеллер (по сортаменту).

7. Находят расчетную длину траверсы:

$$l_c = \mu \cdot l, \text{ см,}$$

где μ - коэффициент приведения длины (по данным [10, 11]); l – расстояние между точками крепления стропов, см.

8. Определяют гибкость траверсы

$$\lambda = l_c / r^T,$$

где r^T – радиус инерции сечения, см.

9. По данным [10, 11] находят коэффициент продольного изгиба φ :

$$\varphi = 0,714.$$

10. Полученное сечение траверсы проверяют на устойчивость по формуле:

$$N_r / (F^T \cdot \varphi) \leq m \cdot R.$$

Соблюдение данного неравенства свидетельствует об устойчивости сечения балки траверсы.

Особенности расчета траверсы сквозного сечения приводятся в литературе [10].

Пример 2.1. Рассчитать и подобрать сечение балки траверсы, работающей на изгиб, для подъема ротора турбины массой $G_0 = 24$ т с расстоянием между канатными подвесками $l = 4$ м (рисунок 2.1 а).

Решение

1. Подсчитываем нагрузку, действующую на траверсу

$$P = 10G_0 k_n k_d = 10 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 290 \text{ кН},$$

где $k_n = k_d = 1,1$ – коэффициенты прочности и динамичности, учитывающие возможность перегрузки и повышения нагрузки за счёт изменения скорости подъёма груза, соответственно.

2. Определяем изгибающий момент в траверсе

$$M = P \cdot a/2 = 290 \cdot 200/2 = 29000 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

где $a = l/2$ – величина плеча приложения нагрузки, см (см. рисунок 2.1 а).

3. Вычисляем требуемый момент сопротивления поперечного сечения траверсы

$$W_{тр} = M / (m \cdot 0,1 \cdot R) = 29000 / (0,85 \cdot 0,1 \cdot 210) = 1624 \text{ см}^3,$$

где $m = 0,85$ – коэффициент условий работы; $R = 210 \text{ МПа}$ – сопротивление материала траверсы (справочные данные).

4. Выбираем по справочным данным конструкцию балки траверсы сквозного сечения, состоящую из двух двутавров, соединенных стальными пластинами на сварке.

5. Подобрав по таблице ГОСТ два двутавра № 40 со значением $\hat{W}_x = 953 \text{ см}^3$, определяем момент сопротивления сечения траверсы в целом

$$W_x = 2\hat{W}_x = 2 \cdot 953 = 1906 \text{ см}^3 > W_{тр} = 1624 \text{ см}^3,$$

что удовлетворяет условию прочности расчетного сечения траверсы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо провести расчет используемой для строповки горизонтального аппарата траверсы работающей на сжатие по вышеописанной методике.

Таблица 2.1 – Исходные данные к заданию

№ Варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса аппарата, G_0 , т	36	36	38	38	35	40	42	42	32	30	30	25
Длина траверсы l , м	4	3	5	4	3	5	5	5	4	3	2	2

Практическое занятие № 3. Расчет и подбор полиспастов

Цель: приобретение знаний и умений по расчету и выбору элементов та-
келажной оснастки.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета и подбора полиспас-
тов.

Полиспасты – представляют собой систему из двух блоков – подвижного и неподвижного, каждый из которых состоит из одного или нескольких роликов, огибаемых канатом. Один конец каната крепится к подвижному блоку, а второй конец подаётся на барабан лебедки. Полиспасты собирают из блоков, грузоподъёмность которых соответствует грузоподъёмности полиспаста.

При компоновке полиспаста нужно, чтобы необходимое усилие на сбегавшей ветви было равно тяговому усилию на лебёдке или несколько мень-
ше. Схемы к расчету полиспастов приведены на рисунке 3.1.

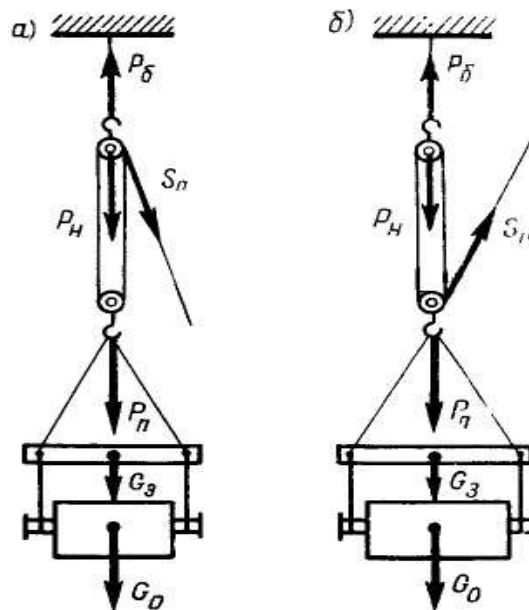


Рисунок 3.1 – Расчетные схемы полиспастов, расположенных вертикально

Порядок расчёта полиспаста.

1. Определяют усилие, действующее на крюке подвижного блока пол-
испаста (кН):

- при подъёме груза (рисунок 3.1):

$$P_n = 10G_0 + 10G_z,$$

где G_0 - масса поднимаемого груза, т; G_z - масса захватного устройства (траверсы), т;

- при работе полиспаста в горизонтальном или наклонном положении:

$$P_n = P_p,$$

где P_p - расчётное усилие, действующие на полиспаст при натяжении грузовых и тяговых канатов, оттяжки, вант, кН.

2. Находят усилие, действующее на неподвижный блок полиспаста (кН):

а) направление сбегающей ветви с неподвижного блока полиспаста;

б) направление сбегающей ветви с подвижного блока;

- при направлении сбегающей ветви с неподвижного блока:

$$P_m = k \cdot P_n,$$

где k – коэффициент, принимаемый по данным [10, 11]:

Грузоподъёмность полиспаста, т	До 30	От 30÷50	От 50÷200	Более 200
Коэффициент k	1,2	1,15	1,1	1,07

- при направлении сбегающей ветви с подвижного блока

$$P_m = P_n - S_n,$$

где S_n – усилие в сбегающей ветви полиспаста, кН; принимается ориентировочно в зависимости от грузоподъёмности полиспастов по данным [10, 11]:

до 50т	$S_n = 0,15 P_n$
50÷150т	$S_n = 0,1 P_n$
>150т	$S_n = 0,08 P_n$

3. По усилиям P_n и P_m подбирают подвижные и неподвижные блоки, определяя по данным [10, 11] их технические данные: грузоподъёмность, количество, диаметр роликов, массу, а также длину полиспаста в стянутом виде.

4. Находят усилие сбегающей ветви полиспаста, являющееся наибольшим (кН):

$$S_n = P_n / (m_n \cdot \eta),$$

где m_n – общее количество роликов в полиспасте без учёта отводных блоков полиспаста; η - КПД полиспаста.

5. Определяют разрывное усилие в сбегающей ветви полиспаста, по кото-

рому подбирают канат для его оснастки (кН).

6. Подсчитывают длину каната для оснастки полиспаста:

$$L = m_n(h + 3,14d_p) + l_1 + l_2,$$

где h – длина полиспаста в растянутом виде, м (исходя из конкретных условий такелажной операции); d_p – диаметр роликов в блоках, м (приложение К [11]); l_1 – длина сбегающей ветви от ролика блока до барабана лебёдки, м; l_2 – расчетный запас длины каната, $l_2 = 10$ м.

7. Подсчитывают суммарную массу полиспаста:

$$G_n = G_{\bar{o}} + G_k,$$

где $G_{\bar{o}}$ – масса обоих блоков полиспаста, т (по данным [10, 11]); G_k – масса каната для оснастки полиспаста $G_k = Lg_k / 1000$; g_k – масса 1000 м каната, т (по данным [10, 11]).

8. Определяют усилие, действующее на канат, закрепляющий неподвижный блок полиспаста (кН):

- сбегающая ветвь, сходящая с неподвижного блока:

$$P_{\bar{o}} = 10G_0 + 10G_3 + 10G_n + S_n$$

- то же с подвижного:

$$P_{\bar{o}} = 10G_0 + 10G_3 + 10G_n - S_n.$$

9. По усилию $P_{\bar{o}}$ – рассчитывают канат для крепления неподвижного блока полиспаста.

10. По усилию в сбегающей ветви полиспаста S_n подбирают тяговый механизм лебедки (по данным [10, 11]).

Пример 3.1. Рассчитать и подобрать полиспаст для подъема горизонтального цилиндрического сосуда массой $G_0 = 70$ т с помощью траверсы массой $G_3 = 1$ т на высоту $h = 12$ м (рисунок 3.1).

Решение

1. Подсчитываем усилие, действующее на подвижный блок полиспаста

$$P_n = 10G_0 + 10G_3 = 10 \cdot 70 + 10 \cdot 1 = 710 \text{ кН.}$$

2. Находим усилие, действующее на неподвижный блок полиспаста

$$P_n = 1,1P_n = 1,1 \cdot 710 = 781 \text{ кН.}$$

3. Используя справочные данные, подбираем оба блока по наибольшему усилию P_n со следующими характеристиками: грузоподъемность - 100 т, количество роликов - 5 диаметром 700 мм, масса - 1605 кг.

Таким образом, в полиспасте, состоящем из двух блоков, общее количество роликов $m_n = 5 \cdot 2 = 10$ шт, масса $G_6 = 1605 \cdot 2 = 3210$ кг.

4. Выбираем блоки с роликами на подшипниках качения и принимаем два отводных блока, установленных на сбегающей ветви до лебедки. По справочным данным находим коэффициент полезного действия полиспаста $\eta = 0,783$ для общего количества роликов 12 (10 полиспастных и 2 отводных) и рассчитываем усилие в сбегающей ветви каната

$$S_n = P_n(m_n \eta) = 710 / (10 \cdot 0,783) = 91 \text{ кН.}$$

5. Находим разрывное усилие в сбегающей ветви полиспаста

$$R_n = S_n k_3 = 91 \cdot 4 = 364 \text{ кН,}$$

где k_3 - коэффициент запаса прочности (при D/d от 13 до 16 равный 4).

6. По таблице ГОСТ подбираем для оснастки полиспаста канат типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о.с. (ГОСТ 7668-80*) с характеристиками:

- временное сопротивление разрыву, МПа	1764;
- разрывное усилие, кН	396,5;
- диаметр каната, мм	27;
- масса 1000 м каната, кг	2800.

7. Подсчитаем длину каната для оснастки полиспаста, задаваясь длиной сбегающей ветви $l_1 = 25$ м и считая длину полиспаста в растянутом виде равной высоте подъема сосуда $h = 12$ м

$$\begin{aligned} L &= m_n (h + 3,14d_p) + l_1 + l_2 = \\ &= 10 (12 + 3,14 \cdot 0,7) + 25 + 10 = 177 \text{ м.} \end{aligned}$$

8. Найдем суммарную массу полиспаста

$$G_n = G_6 + G_k = G_6 + L g_k / 1000 = 3200 + 177 \cdot 2800 / 1000 = 3700 \text{ кг.}$$

9. Определим усилие на канат, закрепляющий неподвижный блок полиспаста

$$P_6 = 10G_0 + 10G_3 + 10G_n + S_n = 10 \cdot 70 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 3,7 + 91 = 838 \text{ кН.}$$

10. Примем канат для крепления верхнего блока полиспаста из 8 ветвей и определим по справочным данным коэффициент запаса прочности $k_3 = 6$, как для стропа, подсчитаем разрывное усилие в каждой ветви крепящего каната

$$R_k = P_6 k_3 / 8 = 838 \cdot 6 / 8 = 628,5 \text{ кН.}$$

11. По таблице ГОСТ подбираем канат типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о.с. (ГОСТ 7668—80*), закрепляющий верхний неподвижный блок полиспаста, с характеристиками:

- временное сопротивление разрыву, МПа 1960;
- разрывное усилие, кН 638,5;
- диаметр каната, мм 33;
- масса 1000 м каната, кг 4155.

12. По усилию в сбегавшей ветви полиспаста по справочным данным подбираем электролебедку типа ЛМЭ-10-510 с тяговым усилием 100 кН и канатоемкостью 510 м.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо рассчитать и подобрать полиспаст для подъема аппарата. Варианты задания представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные к заданию

№ Варианта	Тип аппарата	Масса аппарата G_0 , т	Масса захватного устройств G_3 , т	Высота подъема h , м	Способ строповки
1	2	3	4	5	6
1	вертикальный	70	1,0	15	за вершину

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
2	вертикальный	60	1,0	20	за вершину
3	вертикальный	45	0,7	10	за вершину
4	вертикальный	40	0,6	10	за вершину
5	вертикальный	60	1,2	20	за вершину
6	вертикальный	40	1,0	15	за вершину

7	горизонтальный	30	1,0	20	за корпус
8	горизонтальный	20	0,5	10	за корпус
9	горизонтальный	10	0,5	5	за корпус
10	горизонтальный	8	0,3	6	за корпус
11	горизонтальный	9	0,3	5	за корпус
12	горизонтальный	9	0,3	5	за корпус

Практическое занятие №4. Определение канатоемкости и расчет закрепления лебедок

Цель: приобретение знаний и умений по оценке параметров лебедок и их закрепления.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов определения канатоемкости и расчет закрепления лебедок.

При эксплуатации лебедок часто приходится определять их канатоемкость и обеспечивать надежное крепление от сдвига и опрокидывания, Правильность решения этих вопросов должна подтверждаться расчетами.

1. Канатоемкость лебедки зависит от длины и диаметра ее барабана L_6 и D_6 , количества слоев навивки каната на барабане n и диаметра каната d , которые выбираются из паспорта или определяются по справочным данным [10]. Канатоемкость (м) определяют по формуле:

$$L_k = \frac{\pi z n (D_6 + d n)}{1000} - \frac{2\pi D_6}{1000},$$

где z - число витков каната на рабочей длине барабана: $z = L_6/t$; t - шаг навивки каната: $t = 1,1d$.

Схема крепления лебедки приведена на рисунке 4.1.

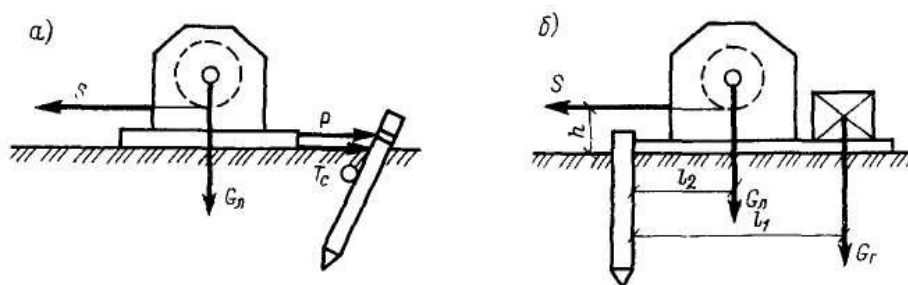


Рисунок 4.1 - Расчетная схема крепления лебедки

2. Рассчитывают крепление лебедки от горизонтального смещения (рисунок 4.1, а):

$$P = S - T_c,$$

где P - усилие, препятствующее смещению лебедки, кН; S - тяговое усилие лебедки, кН; T_c - сила трения рамы лебедки об опорную поверхность, кН: $T_c =$

$10 (G_{л} + G_{г}) f$; $G_{л}$ - масса лебедки, т (определяется по паспорту или по справочным данным [10]); $G_{г}$ - масса контргруза, т (если он применяется); f - коэффициент трения скольжения (определяется по справочным данным [10]).

По усилию P рассчитывают элементы, закрепляющие лебедку от смещения, - канат, якорь.

3. Если необходимо, рассчитывают крепление лебедки от опрокидывания с помощью контргруза (рисунок 4.1, б), масса которого (t), определяется по формуле

$$G_2 = \frac{\kappa_y (Sh - 10G_{л}l_2)}{10l_1},$$

где κ_y – коэффициент устойчивости лебедки: $\kappa_y = 2$; S – тяговое усилие лебедки, кН; h – высота каната от опорной поверхности, м; l_1 и l_2 – расстояния, м, от ребра опрокидывания до линий действия соответственно $G_{л}$ и $G_{г}$.

Пример 4.1. Определить канатоемкость лебедки для каната диаметром $d = 18$ мм, если известно, что длина барабана $L_{\delta} = 1200$ мм, диаметр барабана $D_{\delta} = 350$ мм, количество слоев навивки каната на барабане $n = 5$.

Решение

1. Определяем шаг навивки каната на барабан лебедки:

$$t = 1,1 d = 1,1 \cdot 18 = 19,8 \text{ мм.}$$

2. Подсчитываем число витков каната на длине барабана:

$$z = L_{\delta}/t = 1200/19,8 = 61.$$

3. Определяем канатоемкость лебедки:

$$L_{\kappa} = \frac{\pi z n (D_{\delta} + dn)}{1000} - \frac{2\pi D_{\delta}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61 \cdot 5 (350 + 18 \cdot 5)}{1000} - \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 350}{1000} = 418 \text{ м.}$$

Пример 4.2. Рассчитать элементы закрепления электролебедки типа ЛМ-5М, установленной на бетонном полу цеха без контргруза (рисунок 4.1, а).

Решение

1. Находим силу трения лебедки о бетонный пол, определив $G_{л} = 1,2$ т по приложениям VII и XVIII [10], $f = 0,45$:

$$T_c = G_{л} \cdot f = 10 \cdot 1,2 \cdot 0,45 = 5,4 \text{ кН.}$$

2. Определяем усилие на закрепляющий лебедку канат:

$$P = S - T_c = 50 - 5,4 = 44,6 \text{ кН},$$

где S - тяговое усилие лебедки типа ЛМ-5М, кН.

4. По усилию P рассчитываем канат для закрепления лебедки за колонну здания (см. занятие №1).

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо провести расчет канатности лебедки и ее закрепления по вышеописанной методике.

Исходные данные для расчетов принимаются по указанию преподавателя.

Практическое занятие №5. Расчет якорей

Цель: приобретение знаний и умений по оценке параметров якорей и их несущей способности.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов подбора типоразмеров якорей.

Монтажные якоря служат для закрепления вант, расчалок, лебёдок, оттяжек и др. Конструкции якорей обычно стационарные. Монтажные якоря должны выдерживать сосредоточенную нагрузку, действующую под углом $\pm 45^\circ$ в горизонтальной плоскости и $0 - 90^\circ$ в вертикальной. По принципу работы можно выделить якоря: заглубленные, наземные, полузаглубленные, комбинированные [11]. На рисунке 5.1 изображены заглубленные и наземные якоря.

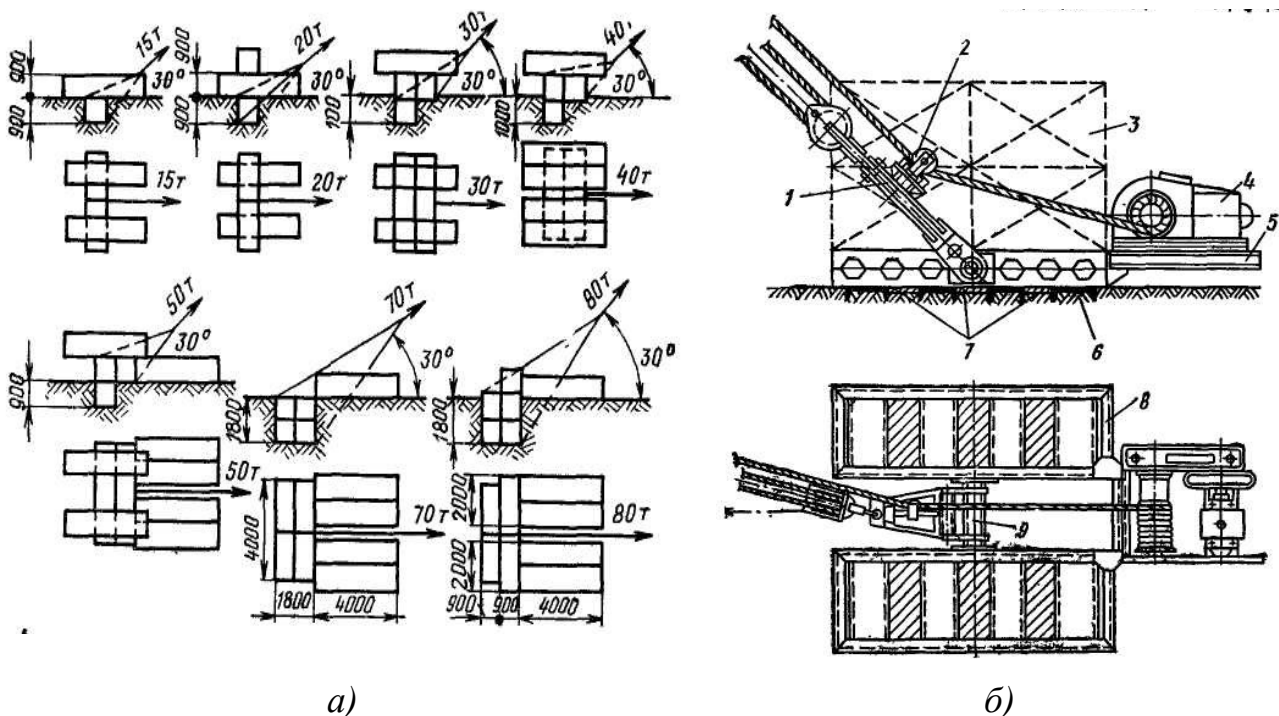


Рисунок 5.1 – Типовые разновидности якорей:

а - разновидности якорей; б – схема инвентарного якоря: 1 – тяга; 2 – отводной ролик; 3 – железобетонные блоки; 4 – лебедка; 5 – площадка для лебедки; 6 – упорные стенки; 7 – элементы, перекрывающие пространство между упорными стенками; 8 – рама; 9 – ось

По конструкции и применяемым материалам якоря делят: заглубленные – на свайные, винтовые, деревоземляные и бетонные; полузаглубленные – на бетонные; наземные – на бетонные с гладким основанием или упорными стенками; комбинированные – на свайно-наземные, свайно-винтовые. В качестве якорей можно иногда использовать также существующие строительные и технологические конструкции. Существуют различные способы установки якорей. Их можно забивать вручную или копром, завинчивать вручную или применять буровую установку, монтировать с помощью буровой установки и грузоподъёмных механизмов (автокранов, трубоукладчиков).

Наземный инвентарный якорь представляет собой сварную раму с упорными стенками в виде швеллеров или шпилей, которые врезаются в грунт и обеспечивают хорошую устойчивость якоря от сдвига. Сварные рамы, разработанные Гипромонтажспецстроем, для якорей с упорными стенками, имеют следующие размеры 2,8×4,7; 4,2×5; 5,2×6,5 и 6×7,6 м, бетонные блоки 1,5×1×0,45 м, массой 1,5 т, 1,5×1×1,35 м, массой 4,5 т и 0,9×0,9×4 м, массой 7,5 т.

На рамы укладывают бетонные блоки, количество которых определяется необходимой массой якоря, зависящей от допускаемой нагрузки.

Порядок и расчет наземных инвентарных якорей.

Расчет якоря состоит в определении его массы, обеспечивающей устойчивость якоря от сдвига и опрокидывания (рисунок 5.2).

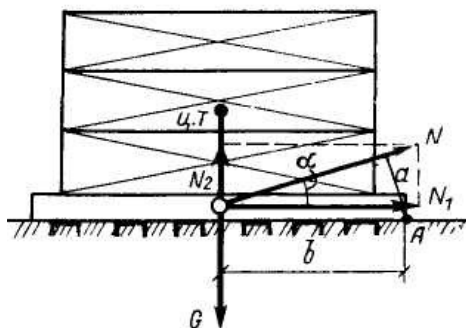


Рисунок 5.2 – Расчетная схема инвентарного наземного якоря

Для этого выполняют следующее.

1. Определяют суммарную массу железобетонных блоков, обеспе-

чивающих устойчивость якоря от сдвига, т

$$G = 0,1(N_1 / f + N_2)K_{yc.},$$

где N_1 и N_2 – горизонтальная и вертикальная составляющая усилия в тяге N , кН при угле наклона тяги к горизонту α :

$$N_1 = N \cdot \cos \alpha ,$$

$$N_2 = N \cdot \sin \alpha ,$$

f – коэффициент трения скольжения якоря по грунту; коэффициент трения скольжения для разных грунтов равен:

для песка сухого уплотнённого 0,785–0,835,

чернозёма плотного сухого 0,895–0,985,

получернозёма сырого 0,990–0,995;

$K_{yc.}$ – коэффициент устойчивости якоря от сдвига ($K_{yc.} = 1,5$).

2. Подсчитывают необходимое количество бетонных блоков выбранных размеров и масс g

$$m = G/g.$$

3. Проверяют якорь на устойчивость от опрокидывания

$$10G \cdot b > K_{yc.} \cdot N \cdot a ,$$

где b – плечо удерживающего момента от массы якоря, м (равно 0,5 длины рамы);

$K_{yc.}$ – коэффициент устойчивости якоря от опрокидывания $K_{yc.} = 1,4$;

a – плечо опрокидывающего момента

$$a = b \cdot \sin \alpha .$$

Пример 5.1. Рассчитать инвентарный наземный якорь, установленный на плотном сыром чернозёме для крепления полиспаста с усилием $N=210$ кН, наклонённого под углом $\alpha = 40^\circ$ к горизонту.

1. Определим величины горизонтальной и вертикальной составляющей усилий в полиспасте, N :

$$N_1 = N \cdot \cos \alpha , N_1 = 210 \cdot 0,766 = 161 \text{ кН};$$

$$N_2 = N \cdot \sin \alpha , N_2 = 210 \cdot 0,643 = 135 \text{ кН}.$$

2. Найдём общую массу якоря, обеспечивающую устойчивость его от

сдвига:

$$G = 0,1 \cdot (N_1 / f + N_2) \cdot K_{це}$$

$$G = 0,1 \cdot (161 / 0,925 + 135) \cdot 1,5 = 46,4 \text{ Т.}$$

3. Выбираем бетонные блоки размером $1,5 \times 1 \times 1,35$ м массой $g=4,5$ т и определим их необходимое количество:

$$m = G/g = 46,4/4,5 = 10,3, \text{ принимаем } m = 12, \text{ тогда масса якоря составит:}$$

$$G = m g = 12 \cdot 4,5 = 54 \text{ т.}$$

4. Принимаем размеры опорной рамы для укладки блоков в плане $4,2 \times 5$ м и, учитывая, что плечо b составляет половину длины рамы ($b=2,1$ м). Определяем плечо a :

$$a = b \cdot \sin \alpha = 2,1 \cdot 0,643 = 1,4 \text{ м.}$$

5. Проверяем устойчивость якоря от опрокидывания:

$$10 \cdot G \cdot b > K_{y.o.} \cdot N \cdot a, \text{ или } 10 \cdot 54 \cdot 2,1 = 1134 \text{ кН} \cdot \text{м} > 1,4 \cdot 210 \cdot 1,4 = 412 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Данное неравенство свидетельствует об устойчивости якоря от опрокидывания.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо провести расчет и подбор инвентарного якоря по вышеописанной методике.

Исходные данные для расчетов принимаются по указанию преподавателя.

Практическое занятие №6. Расчет поворотных шарниров

Цель: приобретение знаний и умений по оценке параметров поворотных шарниров.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета поворотных шарниров, применяемых при подъеме вертикальных сосудов и аппаратов.

Подъем аппаратов способом поворота в значительной степени зависит от рациональной конструкции шарниров.

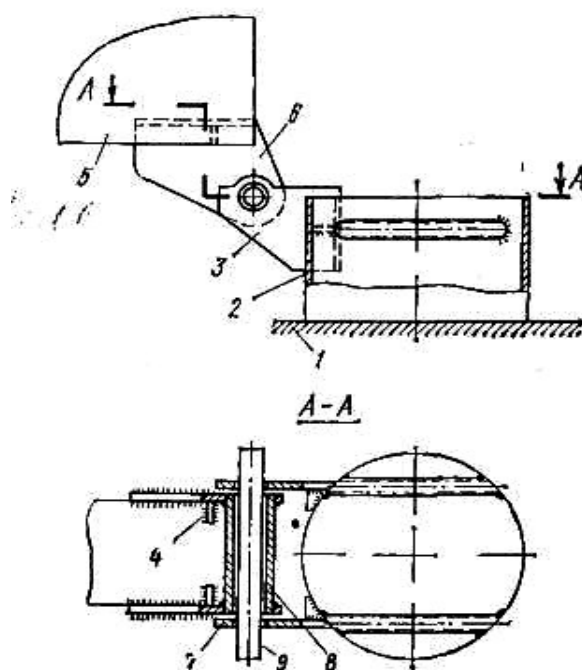


Рисунок 6.1 – Шарнир, прикрепленный к разрезанной опоре аппарата:

1 – фундамент; 2 – нижняя часть опоры аппарата; 3,6 – косынки; 4,7 – ребра жесткости; 8 – труба; 9 – ось шарнира

Различают следующие типы шарниров: с опорной частью, приваривающейся к цилиндрической опоре аппарата, которая обычно разрезается; с опорной частью, устанавливаемой на вспомогательной плите рядом с фундаментом (инвентарный шарнир). Наиболее прост по конструкции шарнир, прикрепленный к разрезанной опоре аппарата (рисунок 6.1).

Порядок расчета шарнира.

Для расчета шарнира и удельного давления на грунт необходимо определить

действующие на шарнир силы (рисунок 6.2).

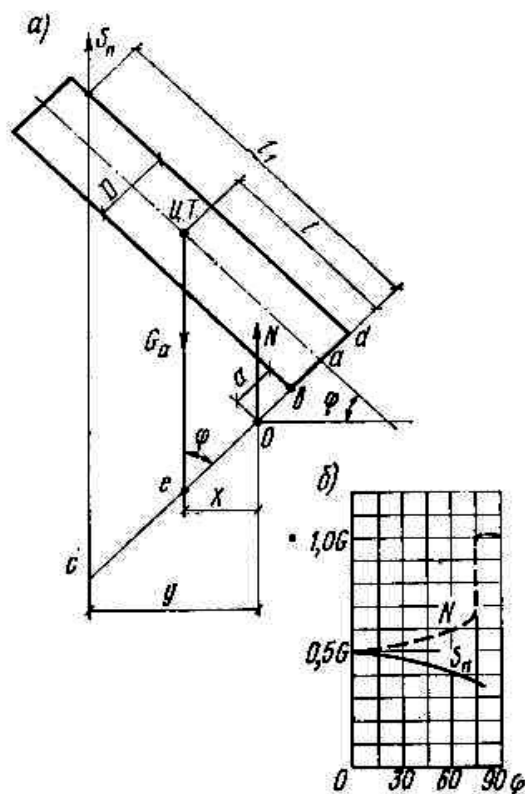


Рисунок 6.2 – Схема сил, действующая при подъеме аппарата поворотом вокруг шарнира: а) схема сил; б) зависимость усилия подъема от угла подъема

Так как $S_n < G_a$, то реакция в шарнире

$$N = G_a - S_n = G_a \cdot \left[1 - \frac{l \cdot \operatorname{ctg} \varphi - (a + D/2)}{l_1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi - (a + D)} \right],$$

где G_a – масса аппарата, т;

l – расстояние до центра тяжести аппарата $l = h_a/2$, м;

l_1 – расстояние до места строповки аппарата, м;

D – диаметр аппарата, м;

O – точка оси шарнира;

a – расстояние от точки O до аппарата, м;

S_n – усилие подъема, т;

Ось шарнира рассчитывают на удельное давление

$$p = N/l \cdot d < [\sigma_{\text{см}}],$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – допускаемое напряжение смятия для материала шарнира

Ось рассчитывают на срез:

$$\sigma_{\text{ср}} = 4 \cdot N / k \cdot \pi \cdot d^2,$$

где k – число плоскостей среза

Необходимо рассчитать ось поворотного шарнира на удельное давление и на срез.

Варианты задания представлены в таблице

Таблица – Параметры аппарата для расчета поворотного шарнира

Варианты задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса аппарата, G_0 , т	70	80	90	40	60	30	10	20	48	29	42	62
Высота аппарата h_a , м	15	18	20	22	10	12	18	20	22	25	10	12
Расстояние до места строповки аппарата l , м	10	12	13	12	6	8	12	13	12	16	6	8
Диаметр аппарата D , м	2,4	2,2	2,6	1,4	2,2	2,4	1,6	1,4	1,1	1,2	1,6	2,0
Расстояние от точки O до аппарата	1	1,5	0,9	1	1,5	0,9	1,2	1,4	1,4	1,5	1,6	1,0
Угол подъема φ , °	20	25	25	30	30	40	40	45	40	42	40	42

Практическое занятие №7. Расчет тягового усилия при транспортировании оборудования и выбор автотранспортных средств

Цель: приобретение знаний и умений по оценке параметров транспортирования оборудования.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета тягового усилия при транспортировании оборудования и выбора автотранспортных средств.

Крупногабаритное оборудование можно перевозить железнодорожным, водным, автодорожным и воздушным транспортом.

Габаритные ограничения перевозок различными видами транспорта приведены на рисунке 7.1.

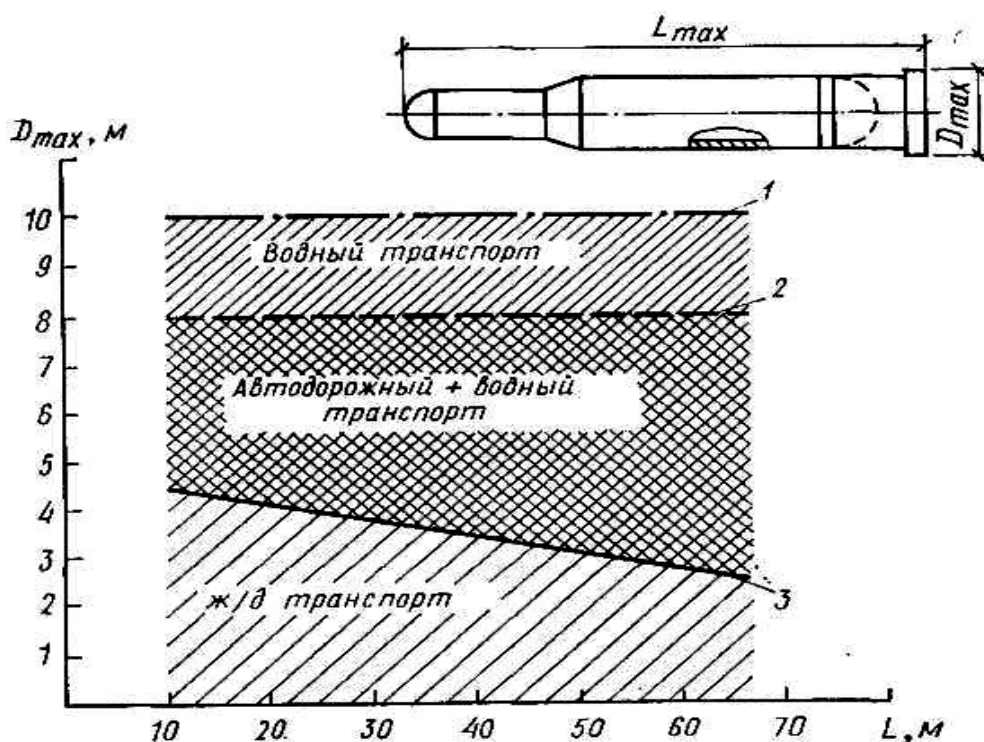


Рисунок 7.1 – Габаритные ограничения перевозок аппаратов:

1 – 3 – верхние границы перевозок соответственно водным, автодорожным и железнодорожным транспортом

Габаритами погрузки называют предельное поперечное, перпендикулярное оси пути очертание, внутри которого должен помещаться груз, с учетом упаковки и крепления.

Несмотря на преимущество перевозок по железной дороге, часть грузов

перевозится по автодорогам.

Для перевозки крупногабаритного и тяжеловесного оборудования применяются прицепы тяжеловозы различной грузоподъемности, которые буксируются тракторами или специальными колесными тягачами.

Учитывая массу и габариты оборудования, расстояние и характеристику дороги (подъемы, уклоны, радиусы закруглений), выбирают прицепы-тяжеловозы и тип тягачей, устанавливают их количество. В некоторых случаях можно идти от обратного. Расчет тягового усилия производят в следующем порядке.

Расчеты транспортных средств.

1. Определяют суммарное сопротивление движению всего транспорта (кН):

$$F = 10 \cdot G_T f_T + 10 \cdot (G_{\Pi} + G_0) \cdot f_{\Pi} \pm 10 \cdot (G_T + G_{\Pi} + G_0) \cdot f_Y ,$$

где G_T – масса тягача, т (подбирается предварительно по справочным данным [10, 11]); f_T – удельное сопротивление движению тягача (принимается аналогично); G_{Π} – масса выбранного для транспортирования оборудования прицепа, т (принимается по паспорту прицепа или данным [10, 11]); G_0 – масса транспортируемого оборудования, т; f_{Π} – удельное сопротивление движению прицепа (принимается по данным [10, 11]); f_Y – сопротивление движению от уклона дороги, равное показателю уклона, соответствующему 0,01 на каждый процент уклона (это сопротивление принимается с плюсом при подъеме дороги и с минусом – при спуске).

2. Рассчитывают необходимое тяговое усилие для страгивания автопоезда с места с учетом увеличения тяговой нагрузки примерно на 50 % (кН):

$$F_T = 1,5 \cdot F.$$

3. По величине F_T подбирают тягач (по данным [10, 11]).

4. Определяют силу тяги подобранного тягача по мощности двигателя на ведущих колесах автомобиля или гусеницах трактора (кН):

$$F_D = 3,67 \cdot N \eta / v,$$

где N – мощность двигателя, кВт; η – КПД двигателя и силовой передачи (для автомашин $\eta = 0,85$; для тракторов $\eta = 0,8$); v – скорость движения, км/ч (величиной v задаются в пределах указанных в данных [10, 11]).

5. Подсчитывают силу тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги (кН):

$$F_c = 10 \cdot G_c \cdot \varphi,$$

где G_c – сцепная масса тягача, обеспечивающая надежное сцепление его с поверхностью дороги, т (для автомобилей $G_c = 0,6 \div 0,7$ их массы, для тракторов G_c равна их массе); φ – коэффициент сцепления колес тягача с покрытием дороги или гусениц тягача (данным [10, 11]).

Пример 7.1. Подобрать тягач для транспортирования аппарата массой $G_0 = 65$ т на пневмоколесном прицепе-тяжеловозе ЧМЗАП – 5530 – по сухой грунтовой дороге с максимальным подъемом 4 % и скоростью $v = 2,6$ км/ч.

Решение

1. Для буксировки прицепа с аппаратом предварительно принимаем по данным [10, 11] трактор марки ДЭТ – 250 массой $G_T = 25$ т с мощностью двигателя $N = 184$ кВт и скоростью $v = 2 \div 20,5$ км/ч.

2. Определяем суммарное сопротивление движению всего транспорта:

$$F = 10G_T f_T + 10(G_n + G_0) \cdot f_T + 10(G_T + G_n + G_0) \cdot f_T = 10 \cdot 25 \cdot 0,075 + 10 \cdot (47 + 65) \cdot 0,05 + 10 \cdot (25 + 47 + 65) \cdot 0,04 = 130 \text{ кН.}$$

3. Определяем необходимое тяговое усилие с учетом увеличения нагрузки при старте автопоезда с места:

$$F_T = 1,5F = 1,5 \cdot 130 = 195 \text{ кН.}$$

4. Находим силу тяги подобранного тягача по мощности двигателя:

$$F_d = 3,67 \cdot N \cdot \eta / v = 3,67 \cdot 184 \cdot 0,8 / 2,6 = 208 \text{ кН.}$$

5. Находим силу тяги тягача по сцеплению с поверхности дороги:

$$F_c = 10 \cdot G_c \cdot \varphi = 10 \cdot 25 \cdot 0,85 = 213 \text{ кН.}$$

Принимая во внимание, что буксования гусениц тягача не будет (так как $F_d < F_c$), а также что наименьшая сила тяги для данного случая F_d превышает расчетное тяговое усилие F_T , убеждаемся в правильности проведенных расче-

тов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо рассчитать силу тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги. Варианты заданий приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные к заданию

№ Ва- рианта	Характеристика оборудования			Характеристика дороги		
	Масса оборудо- вания G_0 , м	Диаметр оборудо- вания D_0 , м	Высота оборудо- вания (длина) H_0 , м	Тип и состояние дороги	Скорость движения автотранспо- рта, км/ч	Укло- н до- роги, %
1	10	1,2	8,6	асфальтоб- етон	2,6	+3
2	12	1,4	9,0	сухая грунтовая	3,0	+4
3	14	1,6	9,2	сухая песчаная	3,4	+2
4	16	1,6	9,6	снежная укатанная	3,6	+3
5	14	1,4	9,8	асфальтоб- етон	3,8	+4
6	11	1,1	8,0	сухая грунтовая	3,2	+2
7	9	1,0	7,2	бездо- рожье	3,0	-3
8	7	0,8	8,0	сухая грунтовая	3,6	-2
9	6	0,8	8,2	снежная укатанная	3,8	-3
10	10	1,0	8,0	сухая песчаная	4,2	-4

Практическое занятие № 8. Расчет монтажных штуцеров

Цель: приобретение знаний и умений по расчету и выбору элементов та-
келажной оснастки.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета монтажных штуце-
ров.

Монтажные (ложные) штуцера часто применяются для строповки верти-
кальных цилиндрических аппаратов при их подъеме и установке на фундамент.

Монтажные штуцера представляют собой стальные патрубки различных
сечений, привариваемых торцом в виде консоли (рисунок 8.1) к корпусу аппа-
рата.

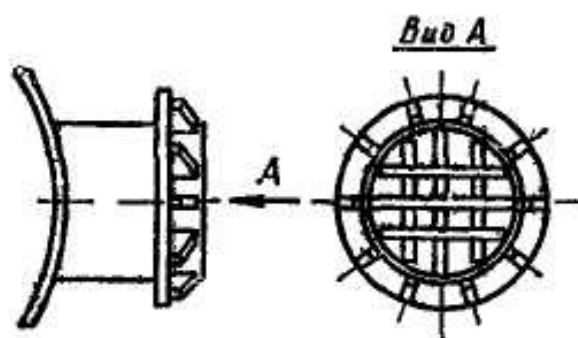


Рисунок 8.1 – Монтажный штуцер

Для увеличения жесткости штуцера внутри его патрубка вваривают ребра
из листовой стали; для устранения трения между стропом и штуцером при
наклонах аппарата на штуцер надевают свободный патрубок большего диамет-
ра; для предохранения стропа от соскальзывания к внешнему торцу штуцера
приваривают ограничительный фланец. На монтажные штуцера распростра-
няется ГОСТ 14114-69*.

Порядок расчета монтажных штуцеров.

1. Находят усилие от стропа, действующее на каждый монтажный штуцер
(кН):

$$N = 10G_0 K_n K_o K_n / 2,$$

где K_n – коэффициент прочности; K_o – коэффициент динамичности; $K_o = 1,1$;
 K_n – коэффициент надёжности; $K_n = 1,1$; G_0 – масса поднимаемого оборудо-

вания, т.

Расчетная схема монтажных штуцеров изображена на рисунке 8.2.

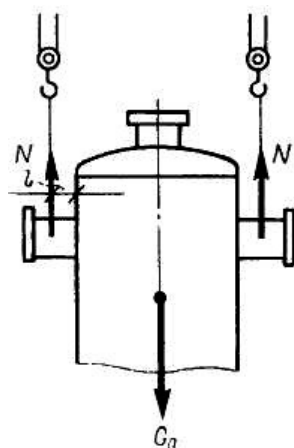


Рисунок 8.2 – Расчетная схема монтажного штуцера

2. Определяют величину момента (кН·см) от усилия в стропе, действующего на штуцер:

$$M = N \cdot l,$$

где l – расстояние от линии действия усилия N до стенки аппарата, см.

3. При известном сечении штуцера проверяют его прочность на изгиб (для упрощения расчета наличие ребер жесткости в штуцере не учитывается):

$$M/W \leq m \cdot R_y^{c6},$$

где W – момент сопротивления сечения штуцера, $см^3$ (определяется по данным [10, 11] для стальных труб).

4. Если необходимо определить сечение штуцера, удовлетворяющее условиям прочности, то подсчитывают минимальный момент сопротивления:

$$W = M / (m \cdot 0,1 \cdot R)$$

и по находят сечение штуцера с моментом сопротивления, ближайшим большим к расчетному.

5. Проверяют на прочность сварной кольцевой шов крепления штуцера к корпусу аппарата по формуле:

$$M / (\beta \cdot h_{ш} \cdot \pi \cdot r^2) \leq m \cdot R_y^{c6},$$

β – коэффициент, учитывающий глубину провара (для ручной сварки $\beta = 0,7$);

r – радиус штуцера, см; $h_{ш}$ – толщина шва зависит от усилия, действующего

на штуцер ($h_{ш}$ находят по данным [10, 11]); $R_y^{св}$ – прочность сварных швов на срез (по данным [10, 11]).

Задача 5.8. Рассчитать монтажные штуцеры, используемые для строповки вертикального сосуда при его подъёме и установке на фундамент. Монтажные характеристики сосуда следующие: внутренний диаметр – $D = 3,6$ м; высота - $H = 16,5$ м; монтажная масса составляет $G_0 = 83$ т.

Решение

Схема к расчёту монтажных штуцеров приведена на рисунке 5.8.

Усилие от стропа, действующее на каждый монтажный штуцер, определяется по формуле

$$N = \frac{10 \cdot G_0 \cdot k_n \cdot k_d \cdot k_h}{2},$$

где G_0 – масса оборудования, кг; $k_h = 1,2$ – коэффициент неравномерности нагрузки на такелажные элементы при отсутствии балансирных устройств; $k_n = k_d = 1,1$ – коэффициент прочности и коэффициент динамичности, учитывающие возможность перегрузки и возможность повышения нагрузки за счёт изменения скорости подъёма груза соответственно.

Тогда

$$N = \frac{10 \cdot 83 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2}{2} = 603 \text{ кН.}$$

Величина момента от усилия в стропе, действующего на штуцер, определяется по формуле

$$M = N \cdot l,$$

где $l = 0,12$ м – расстояние от линии действия усилия N до стенки сосуда, принимается по конструктивным соображениям.

Тогда

$$M = 603 \cdot 0,12 = 72,4 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Минимальный момент сопротивления, удовлетворяющий условиям прочности монтажных штуцеров, определяется по формуле

$$W = \frac{M}{m \cdot R},$$

где $m = 0,85$ – коэффициент условий работы; $R = 210$ МПа – сопротивление материала патрубка, принятое по справочным данным.

Необходимый момент сопротивления равен

$$W = \frac{72,4 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 210 \cdot 10^6} = 0,406 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

По найденному моменту сопротивления $W = 0,406 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (т.е. 406 см³) выбираем с некоторым запасом сечение патрубка для монтажного штуцера размером $d_n \times S = 273 \times 12$ мм с моментом сопротивления $W_T = 615 \text{ см}^3 > W_{\text{мин}} = 406 \text{ см}^3$.

Прочность сварного шва крепления штуцера к корпусу аппарата определяется по условию

$$\frac{M}{\beta \cdot h_{\text{ш}} \cdot \pi \cdot r^2} \leq m \cdot R_{\text{св}}^y,$$

где $\beta = 0,7$ – коэффициент глубины провара для ручной сварки; $r = 0,137$ м – радиус штуцера; $h_{\text{ш}} = 0,014$ м – толщина сварного шва по ГОСТ 1414-85*; $R_{\text{св}}^y = 150$ МПа – расчётное сопротивление сварного соединения для угловых швов при проверке на срез, принятое по справочным данным.

После подстановки величин получим

$$\frac{72,4 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 0,014 \cdot 3,14 \cdot 0,137^2} \leq 0,85 \cdot 150 \cdot 10^6$$

или $125 \text{ МПа} \leq 128 \text{ МПа}$.

Таким образом, условие прочности сварного шва выполняется. Расчет завершен.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо рассчитать и подобрать монтажные штуцера для строповки вертикального аппарата. Варианты заданий представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные к заданию

№ Варианта	Масса аппарата G_0 , т	Масса захватного устройств $a G_3$, т	Расстояние от линии действия усилия N до стенки аппарата, см
1	70	1,0	15
2	60	1,0	20

3	45	0,7	10
4	40	0,6	10
5	60	1,2	20
6	40	1,0	15
7	30	1,0	20
8	20	0,5	10
9	10	0,5	5
10	8	0,3	6
11	9	0,3	5
12	9	0,3	5

Практическое занятие № 9. Подбор грузоподъемного крана для монтажа вертикального сосуда

Цель: приобретение знаний и умений по расчету грузоподъемности и выбору монтажных кранов.

Организационная форма занятия – традиционная.

Целью заданий является освоение способов расчета и выбора монтажных кранов.

Вопросы выбора монтажного крана и метода монтажа различного оборудования и конструкций взаимосвязаны между собой. Как правило, они решаются одновременно.

При решении этих вопросов следует из всего многообразия монтажных кранов выбрать наиболее рациональный с технической и экономической точек зрения, учитывая применяемый метод монтажа оборудования. Исходными данными при этом являются габариты и масса монтируемого оборудования, высота фундамента и наличие в зоне монтажа других сооружений, оборудования и конструкций.

Порядок выбора кранов.

При выборе кранов и определении мест их размещения по отношению к поднимаемому оборудованию должно соблюдаться следующее:

- наименьшие вылеты крюков кранов и минимальные их изменения в процессе подъема оборудования;
- соответствие максимально необходимых вылетов крюков кранов начальному моменту подъема оборудования;
- расположение стрел кранов преимущественно по направлению их передвижения;
- при необходимости передвижения кранов с поднятым грузом вылет крюков должен быть минимальным и в случае расположения стрел поперек гусениц масса груза не должна превышать 10 % грузоподъемности крана при данной длине стрелы; при увеличении вылета независимо от направления стрелы

масса груза должна быть не более 50 % от паспортной грузоподъемности крана при данных длине стрелы и вылете крюка;

- отклонение грузового полиспаста от вертикали должно быть не более 3° в зависимости от типа крана и длины стрелы;

- угол наклона рабочей площадки не более, чем указанный в паспорте крана (он зависит от несущей способности грунта, типа крана и длины стрелы и лежит в пределах до 4°);

- минимальное расстояние поднимаемого оборудования от стрелы крана - 0,5 м;

- работа кранов допускается при силе ветра до 6 баллов (12 м/с);

- при большой влажности грунта или его недостаточной несущей способности рабочая площадка для крана должна оборудоваться настилом из железобетонных или металлических плит;

- при работе кранов в стесненных условиях необходимо учитывать их габаритные размеры, приведенные в справочной литературе.

Выбор монтажных кранов при подъеме оборудования как методом скольжения, так и методом поворота вокруг шарнира, может осуществляться двумя способами: построением монтажной схемы в масштабе; использованием таблиц максимальных габаритов и масс поднимаемого оборудования.

Выбор крана первым способом выполняется следующим образом:

1. Определяют максимальную нагрузку на монтажный кран и необходимую высоту подъема крюка крана. Порядок определения этих данных указан для различных методов подъема оборудования в справочной литературе.

2. Используя эти данные и задавшись необходимым вылетом крюка, подбирают предварительно типоразмер монтажного крана по графикам грузовой-сотных характеристик, приведенных в приложениях [10], или по справочнику и паспорту крана. Грузоподъемность и высота подъема крюка выбранного крана должны быть не менее расчетных.

3. Вычерчивают монтажную схему в масштабе, проверяя возможность размещения полностью поднятого оборудования в подстреловом пространстве

и имея в виду, что расстояние оборудования от стрелы крана должно быть не менее чем 0,5 м.

Выбор крана вторым способом выполняется в следующем порядке:

1. Зная габариты и массу оборудования, выбирают метод его подъема и место строповки (за вершину или на высоте $2/3$ от его основания).

2. По таблице, соответствующей выбранному методу подъема, подбирают типоразмер одиночного или спаренных кранов с длиной стрел, обеспечивающих подъем оборудования с известными массой, высотой и поперечными размерами.

Пример 9.1. Подобрать грузоподъемный кран для монтажа вертикального сосуда при его подъеме и установке на фундамент высотой 0,5 м. Монтажные характеристики сосуда следующие: внутренний диаметр – $D = 3,6$ м; высота - $H = 14,6$ м; монтажная масса – $G_0 = 83 \cdot T$.

Решение

Схема сосуда приведена на рисунке 9.1.

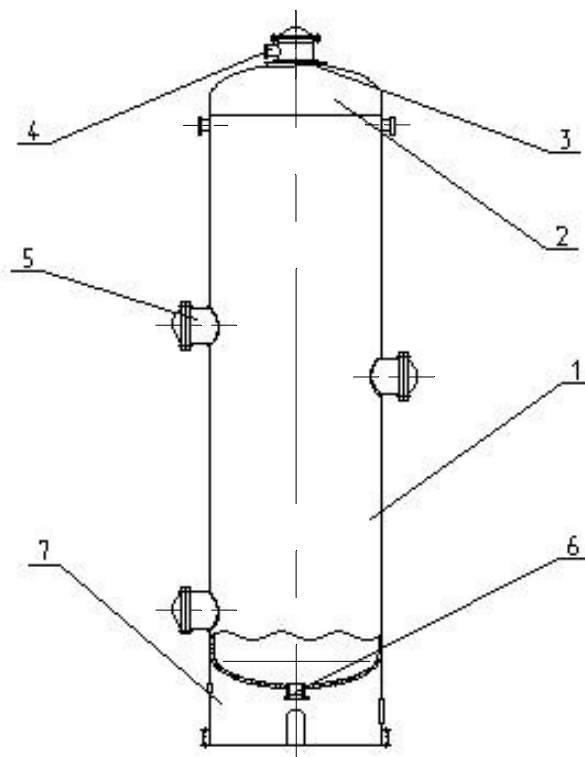


Рисунок 9.1 – Схема сосуда, подлежащего монтажу: 1 – обечайка; 2 – днище; 3 – входной патрубок; 4 – штуцер ввода потока; 5 – люк-лаз; 6 – штуцер вывода потока; 7 – опора (мантия)

Предварительно выбираем схему подъема одним краном со строповкой у вершины аппарата.

Для решения задачи необходимо построить монтажную схему, приведенную на рисунке 9.2.

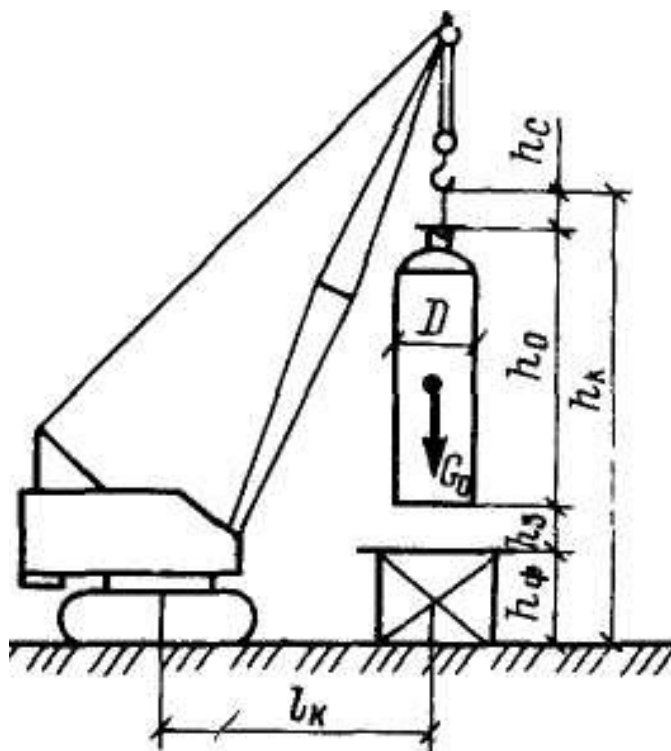


Рисунок 9.2 – Принцип построения масштабной схемы при монтаже вертикального сосуда

Требуемая грузоподъемность монтажного крана определяется по формуле

$$G_{\text{к.тр}} \geq \frac{G_0}{n_{\text{к}}},$$

где $G_0 = 83 \cdot 10^3$ кг – масса аппарата; $n_{\text{к}} = 1$ – количество кранов, участвующих в подъеме оборудования.

Тогда

$$G_{\text{к.тр}} \geq \frac{83 \cdot 10^3}{1} = 83 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

Необходимая высота подъема крюка крана для установки аппарата на фундамент вычисляется по формуле

$$h_{\text{к}} = h_{\text{ф}} + h_3 + h_0 + h_{\text{с}},$$

где $h_{\text{ф}} = 0,5$ м – высота фундамента; $h_3 = 0,5$ м – рекомендуемый запас высоты оборудования над фундаментом; $h_0 = 14,6$ м – высота оборудования от основа-

ния до места строповки, назначаемая по чертежу аппарата (рисунок 9.2); $h_c = 3$ м – высота стропа, назначаемая по конструктивным соображениям.

Тогда

$$h_k = 0,5 + 0,5 + 14,6 + 3 = 18,6 \text{ м.}$$

По графику грузовысотных характеристик (справочные данные [10]) выбираем кран типа СКГ-160 с длиной стрелы 30 м. При вылете крюка $l_k = 10$ м, кран имеет грузоподъемность $G_k = 90 \cdot 10^3$ кг и высоту подъема крюка более 20 м, что обеспечивает подъем и установку аппарата на фундамент.

Для подтверждения возможности размещения поднятого над фундаментом аппарата в подстреловом пространстве вычерчивается монтажная схема в масштабе.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам. Необходимо рассчитать и подобрать монтажный кран для подъема вертикального аппарата. Варианты заданий представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Исходные данные к заданию

№ Варианта	Масса оборудования G_0 , м	Диаметр оборудования D_0 , м	Высота оборудования H_0 , м	Высота фундамента, м
1	10	1,2	8,6	0,5
2	12	1,4	9,0	1,0
3	14	1,6	9,2	0,5
4	16	1,6	9,6	1,0
5	14	1,4	9,8	0,5
6	11	1,1	8,0	1,0
7	9	1,0	7,2	0,5
8	7	0,8	8,0	1,0
9	6	0,8	8,2	0,5
10	18	1,8	10,0	1,0
11	20	2,0	12,0	0,5
12	30	2,2	14,0	1,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация и ремонт технологического оборудования : учебное пособие / Р. Фаскиев, Е. Бондаренко, Е. Кеян, Р. Хасанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 261 с. : ил., табл. - <http://biblioclub.ru/>.
2. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. – М.: Альфа-М, 2006. 608 с.
3. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования: Учебник для вузов/ А.Н.Батищев, И.Г.Голубев, В.В. Курчаткин и др. – М.: КолосС, 2007. – 424 с.
4. Молоканов Ю.К., Харас З.Б. Монтаж аппаратов и оборудования для нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра, 1982. - 391 с.
5. Гальперин М.И., Артемьев В.И., Местечкин Л.М. Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Стройиздат, 1982. – 351 с.
6. Ермаков В.И., Шеин В.С. Ремонт и монтаж химического оборудования. – М.: Машиностроение, 1992. – 208 с.
7. Рахмилевич З.З., Радзин И.М., Фарамазов С.А. Справочник механика
8. Поповский Б.В., Линевиц Г.В. Сборка и монтаж крупногабаритных аппаратов и ёмкостей. – М.: Машиностроение, 1986. – 240 с.
9. Сооружение промышленных печей. / Под ред. И.А. Шишкова. – М.: Стройиздат, 1986. – 413 с.
10. Матвеев В.В., Крупин Н.Ф. Примеры расчёта такелажной оснастки. – Л.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
11. Монтаж технологического оборудования. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 24080 / Воробьева А.Л., Свидченко А.И., Чеботарев Е.А. – Невинномысск: НТИ СевКавГТУ, 2005. – 82 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению самостоятельной работы

по дисциплине «Монтаж технологического оборудования»

для студентов направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и
оборудование, направленность (профиль) Цифровые технологии
проектирования и управления технологическим оборудованием

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	6
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	7
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
5 Тематический план дисциплины.....	8
6 Вопросы для собеседования.....	9
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	11
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.....	12
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	12
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	13

Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведённых на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно-телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;

3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Дисциплина «Монтаж технологического оборудования» относится к дисциплине базовой части. Она направлена на формирование профессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен обеспечивать технологичность конструкции машиностроительных изделий средней сложности	ИД-1 ПК-1 осуществляет последовательность действий при оценке технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности	<p>Пороговый уровень понимает методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;</p> <p>Повышенный уровень понимает методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методов проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>
	ИД-2 ПК-1 осуществляет процедуры согласования и утверждения предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности	<p>Пороговый уровень проводит применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;</p> <p>Повышенный уровень осуществляет участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой</p>

		продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
	ИД-3 ПК-1 использует нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности	Пороговый уровень применяет навыки применения методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; Повышенный уровень применяет методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
ПК-3 Способен обеспечивать контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности и управления ими	ИД-1 ПК-3 использует данные SKADA-систем для анализа производственной ситуации и выявления причин брака для изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Пороговый уровень понимает основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; Повышенный уровень понимает методов проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
	ИД-2 ПК-3 осуществляет технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования	Пороговый уровень использует проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; Повышенный уровень анализирует качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
	ИД-3 ПК-3 использует САД	Пороговый уровень

	и САРР- системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	применяет навыки проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; Повышенный уровень овладевает методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
--	--	---

В рамках курса дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

- подготовка к практическим занятиям, в том числе работа с методическими указаниями, средствами массовой информации;
- подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к практическим занятиям заключается в углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме.

Задачи:

- развить способность применять полученные знания на практике при решении конкретных задач;
- проверить знания студентов, полученные на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для очной формы обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателями	Всего
8 семестр					
ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	Подготовка к практическому занятию	Собеседование	2,85	0,15	3,00
ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	Подготовка к лабораторному занятию	Собеседование	4,28	0,23	4,50
ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	19,95	1,05	21,00
ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	Подготовка к экзамену	Вопросы к экзамену	25,50	1,50	27,00
Итого за 8 семестр			27,08	1,43	28,50
Итого			27,08	1,43	28,50

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: ПК-1 Способен обеспечивать технологичность конструкции машиностроительных изделий средней сложности</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 ПК-1 осуществляет последовательность действий при оценке технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности	не выделяет проблемную ситуацию, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	не в достаточном объеме выделяет проблемную ситуацию, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	выделяет проблемную ситуацию, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	выделяет проблемную ситуацию, методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методов проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ИД-2 ПК-1 осуществляет процедуры согласования и утверждения предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности	не осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать	не в достаточном объеме осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	осуществляет участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию

	мероприятия по их предупреждению		предупреждению	новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ИД-3 ПК-1 использует нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности	не определяет навыки применения методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	не в достаточном объеме навыки применения методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	определяет навыки применения методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	определяет методы участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, методами проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<i>Компетенция: ПК-3 Способен обеспечить контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности и управления ими</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 ПК-3 использует данные SKADA-систем для анализа производственной ситуации и выявления причин брака для изготовления машиностроительных изделий средней сложности	не понимает основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	не в достаточном объеме понимает основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	понимает основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	понимает: методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
ИД-2 ПК-3 осуществляет технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования	не применяет проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	не в достаточном объеме проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ИД-3 ПК-3 использует САД и САРР- системы	не использует навыки	не в достаточном объеме навыки	навыки проведения	методами проверки качества

для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	проведения анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
--	--	--	---	--

5 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				очно-заочная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Способы проведения монтажных работ, методы и оборудование для монтажа, техническая документация.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	3	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	6
2	Способы крепления оборудования.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	1,5	1,5	1,5	3	1,5			4,5
3	Строительство фундамента. Технические требования.		1,5	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	4,5

4	Методы испытаний технологического оборудования, разработка программы испытаний.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	3	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	6
5	Ремонтная служба предприятия.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	1,5	1,5	1,5	3	1,5			4,5
6	Техническая и нормативная документация.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	1,5	1,5	1,5	3	1,5			4,5
7	Оптимальный режим эксплуатации оборудования, способы технического обслуживания, разработка инструкций.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	3	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	4,5
8	Виды ремонта технологического оборудования, состав ремонтного цикла, расчет его параметров, ремонт типовых узлов и деталей оборудования.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	3	1,5	1,5	3	1,5			6
9	Способы ремонта технологического оборудования.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	1,5	1,5	1,5	3	1,5			4,5
10	Особенности монтажа и ремонта оборудования отрасли.	ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	6
	ИТОГО за семестр		22,5	15	15	28,5	15	7,5	7,5	51
	Экзамен					27				27
	ИТОГО		22,5	15	15	28,5	15	7,5	7,5	51

6 Вопросы для собеседования

- 1 технологичность конструкции машиностроительных изделий средней сложности;
- 2 контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности и управления ими.
- 3 Методы монтажа технологического оборудования.
- 4 Методы монтажа технологического оборудования. Монтаж по месту.
- 5 Способы крепления вертикального и горизонтального оборудования. Использование для провисящего оборудования нормализованных строительных конструкций.
- 6 Способы крепления провисящего оборудования. Использование нормализованных строительных конструкций.
- 7 Строповочные устройства. Классификация. Типы используемых материалов.
- 8 Виды строповочных устройств, используемых при монтаже оборудования. 7 Фундаменты. Назначение и виды. Требования к проектированию и строительству.
- 9 Строительно-монтажная база. Назначение. Структура.
- 10 Типы анкерных болтов. Область их применения.
- 11 Способы установки оборудования на фундамент.
- 12 Графические способы планирования проведения монтажных работ. Циклограмма и пример ее использования.
- 13 Методы монтажа оборудования. Классификация монтажных блоков.
- 14 Строительно-монтажная база. Назначение и технические возможности. Строительно-монтажная площадка.
- 15 Циклограмма. Назначение и пример использования при монтаже оборудования.
- 16 Цели проведения испытаний. Их виды. Классификация.
- 17 План испытаний на надежность. Расшифровать следующее обозначение [N, v, r], [N, M, T], [N, M, r], [N, v, T], [N, R, T], [N, M, T], [N, M, r] и т.д.
- 18 Ремонт деталей полимерными материалами. Их виды, способы переработки и нанесения.
- 19 Балансировка деталей и узлов машины.
- 20 Ремонт деталей электросваркой и наплавкой.
- 21 Сборка зубчатой, червячной, ременной и цепной передач.
- 22 Ремонт деталей газовой сваркой и наплавкой
- Методы контроля и дефектовки деталей.
- 23 Ремонтно-эксплуатационная служба предприятия. Методы организации ремонта
- 24 Дробеструйная обработка металлических поверхностей. Назначение и способы
- 25 Регулировка зубчатых, цепных и ременных передач.
- 26 Виды плановых ремонтов. Структура межремонтного цикла.
- 27 Ремонт деталей электрическими методами обработки.
- 28 Система ППР. Назначение и структура.
- 29 Способы упрочнения металлических поверхностей методом пластического деформирования.
- 30 Электромеханический способ ремонта изношенных деталей.
- 31 Ремонт деталей электролитическим наращиванием. Виды и способы осуществления.
- 32 Выбор способа наплавки изношенной поверхности.
- 33 Показатели качества работы оборудования. Измерители и показатели.
- 34 Ремонт деталей давлением. Виды и способы осуществления.
- 35 Ремонт чугунных деталей сваркой и наплавкой
- 36 Трение в машинах. Виды трения и теории его возникновения.
- 37 Механические устройства и машины для монтажа технологического оборудования. Подъемники. Шевры. Краны.
- 38 Ремонт алюминиевых деталей сваркой.

39 Эргономические свойства технологического оборудования.

40 Способы упрочнения металлических поверхностей методом пластического деформирования

41 Ремонт деталей электролитическим наращиванием. Виды и способы осуществления.

42 Ремонт резьбовых соединений.

7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы для выяснения которые у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Активно проработанный в течение семестра конспект лекций в дальнейшем служит основой для подготовки к экзамену.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа в ходе **практикума** включает выполнение заданий к практическим занятиям, в частности решение задач различного уровня сложности. Задачи приведены в методических указаниях к практическим занятиям и фондах оценочных средств.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для эффективной подготовки к практическому занятию необходимо иметь методическое руководство к практическому занятию.

Критерии оценивания практических занятий представлен в фонде оценочных средств.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность изложения материала; полнота и достаточный объем ответа; научность в оперировании основными понятиями; использование и изучение дополнительных литературных источников
Критерии оценивания результатов самостоятельной работы: вопросы для собеседования и экзамена приведены Фонде оценочных средств по дисциплине

8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;

2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.

10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятия – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых студенты учатся творчески работать, аргументировать и отстаивать свою позицию, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией. Основное в подготовке и проведении практических занятий – это самостоятельная работа студента над изучением темы. Студент обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему. На занятии обсуждаются узловые вопросы темы, однако там могут быть и такие, которые не были предметом рассмотрения на лекции. Могут быть и специальные задания к той или иной теме.

Готовиться к практическому занятию следует заранее. Необходимо внимательно ознакомиться с планом и другими материалами, уяснить вопросы, выносимые на обсуждение. Затем нужно подобрать литературу и другой необходимый, в т.ч. рекомендованный, материал (через библиотеку, учебно-методический кабинет кафедры и др.). Но прежде всего, следует обратиться к своим конспектам лекций и соответствующему разделу учебника. Изучение всех источников должно идти под углом зрения поиска ответов на выносимые на практико-ориентированные занятия вопросы.

Завершающий этап подготовки к занятиям состоит в выполнении индивидуальных заданий.

В случае пропуска занятия студент обязан подготовить материал и отчитаться по нему перед преподавателем в обусловленное время. Может быть предложено отдельным бакалаврам, ввиду их слабой подготовки, более глубоко освоить материал и прийти на индивидуальное собеседование.

Студент не допускается к зачету, если у него есть задолженность по практическим занятиям.