

Государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение Иркутской области  
«Братский индустриально-металлургический техникум»  
(ГАПОУ БРИМТ)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по ОМР

ГАПОУ БРИМТ

*О. Е. Рогова*  
О. Е. Рогова

«17»

04

2020 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

По МДК «Осуществление монтажных работ промышленного оборудования»

По специальности («15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
промышленного оборудования (по отраслям)»)

Разработал: Савченко Т.Ю.

г. Братск, 2020

Организация-разработчик:

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Братский индустриально-металлургический техникум»  
(ГАПОУ БрИМТ)

Разработчик:

Савченко Т.Ю. – преподаватель ГАПОУ ИО «Братский индустриально-  
металлургический техникум»

Рассмотрена и одобрена на заседании предметной (цикловой) комиссии  
«16» 04 2020 г., № 8,

Председатель предметно-цикловой комиссии: Столярова М.В.



© ГАПОУ БрИМТ

© Савченко Т.Ю.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 Пояснительная записка	4
2 Перечень практических занятий	6
3 Используемая литература и интернет - источники	36

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания предназначены в качестве методического пособия при проведении практических занятий по МДК «*Осуществление монтажных работ промышленного оборудования*» для специальности СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям). Практические работы проводятся после изучения соответствующих разделов и тем учебной дисциплины. Выполнение обучающимися заданий практических занятий позволяет им понять, где и когда, изучаемые теоретические положения и практические умения могут быть использованы в будущей практической деятельности. Выполнение студентами заданий практических занятий направлено на обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний и умений по МДК.

Перечень работ определен рабочей программой МДК.

Указания содержат: пояснительную записку, перечень работ, задания для работ, методические указания по выполнению работ, информационные и справочные материалы.

Задачи проведения практических занятий:

- сформировать умения применять полученные знания на практике;
- выработать при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива и др.

На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики.

Практические занятия являются неотъемлемой частью учебной дисциплины и подлежат обязательному выполнению студентами.

Практические работы выполняются студентами под руководством преподавателя. О проведении практического занятия обучающимся сообщается заблаговременно: когда предстоит данная работа, какие вопросы нужно повторить, чтобы ее выполнить. Просматриваются задания, оговаривается ее объем и время ее выполнения. Критерии оценки сообщаются перед выполнением каждой практической работы. При подготовке отчетов по расчётным работам рекомендуется применять различные расчётные инструменты: формулы, графики, диаграммы, числовые таблицы. Отчёт по расчётным работам выполняется студентом в сроки, определённые преподавателем. Пропущенные по уважительным/неуважительным причинам работы, выполняются студентами самостоятельно и предоставляются преподавателю.

Также данные методические указания предлагаются в помощь студентам для выполнения самостоятельных работ предусмотренных рабочими программами.

При выполнении практической работы обучающийся придерживается следующего алгоритма:

1. Записать дату, тему и цель работы.
2. Ознакомиться с ЗУН, правилами и условиями выполнения задания.
3. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.
4. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
5. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.

Работа должна быть выполнена грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на использованную литературу.

## Перечень практических занятий

№ п\п	Название практических занятий	Количество часов	Формируемые компетенции (в соответствии с ФГОС)/Достиженные результаты (в соответствии с ФГОС СОО)
1	Практическая работа №1 «Оформление технической документации на монтажные работы».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.ПК 1.2.
2	Практическая работа № 2 «Подготовка рабочего места и инструмента исходя из видов предполагаемых работ».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.ПК 1.2.
3	Практическая работа №3 «Расчет стропов и канатов».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.ПК 1.2.
4	Практическая работа №4 «Съемные грузозахватные устройства».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.ПК 1.2.
5	Практическая работа №5 «Виды захватов».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.
6	Практическая работа №6 «Способы и схемы строповки».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1.ПК 1.2.
7	Практическая работа №7 «Определение грузоподъемности домкрата».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1. ПК 1.2.
8	Практическая работа №8 «Расчет высоты бетонного фундамента».	2	ОК 01-ОК 07, ОК 9, ОК 10. ПК 1.1. ПК 1.2.

## Практическое работа №1.

**Тема работы:** Оформление технической документации на монтажные работы.

Для подготовки и производства монтажных работ необходима следующая информация, которая должна содержаться в монтажной документации:

монтажная характеристика оборудования - конструкция монтажных стыков, условия поставки, технические требования к монтажу, места расположения баз для установки инструмента при монтажных замерах и их характеристика, отражающая применимость для установки мерительных инструментов, требования к последовательности монтажной сборки, средства контроля работ, которым отвечает конструкция оборудования, трудоемкость монтажных работ;

монтажная характеристика транспортируемых частей оборудования- габариты, масса, положение центра масс, места строповки;

характеристика условий производства работ на объекте - расположение оборудования на объекте и геодезическое обоснование монтажа, размеры и требования к фундаментам под оборудование, связанные с его установкой, расположение и вид подъездных путей, расположение и размеры проемов в зданиях и сооружениях, виды и характеристика эксплуатационных грузоподъемных средств, виды энергоресурсов, которые могут быть использованы при производстве монтажных работ, бытовые условия;

условия организации строительства - технологическая последовательность выполнения строительно-монтажных работ на объекте, сроки поставки оборудования, представления строительной готовности и производства монтажных работ, наличие, размеры покрытия и оснащение приобъектных складов и площадок предмонтажной подготовки оборудования;

требования к техническому состоянию и условиям хранения оборудования;

стоимость и трудоемкость монтажа;

рекомендуемые методы и средства производства работ с учетом конкретных условий работ на объекте, требования к исполнителю работ (оснащенности и квалификационному уровню конкретной монтажной организации).

Для рационализации методов, средств производства и контроля качества монтажных работ необходима также информация о конструкции узлов оборудования, массе и габаритных составных элементов транспортируемых частей оборудования, а также информация о конструкции зданий и сооружений на объекте.

На оборудование, поставляемое в виде сборочных единиц, МЧ, ИМ, а также другие документы, необходимые для подготовки монтажных работ (перечень документов должен указываться в договоре на поставку оборудования), должны поставляться заказчику отдельно от оборудования не позднее чем за 5 месяцев до начала монтажных работ на объекте.

В обоснованных случаях (для оборудования, поставляемого в сборе или из небольшого числа транспортируемых блоков) допускается не разрабатывать монтажные чертежи, но информация для монтажа должна содержаться на сборочных чертежах.

В соответствии с ГОСТ 24444-87 на сборочных чертежах должен указываться состав транспортируемых частей при необходимости членения сборочных единиц по условиям транспортировки.

В соответствии с ГОСТ 2.609-79 эксплуатационные (в том числе монтажные) документы должны быть согласованы с заказчиком. При этом целесообразно, чтобы заказчики на крупные объекты передавали функции согласования монтажной документации монтажным организациям.

В технические условия в составе показателей технологичности изделия должен включаться показатель монтажной технологичности металлоконструкций, характеризуемый трудоемкостью (удельной трудоемкостью) монтажных работ, соответствующей условиям поставки изделия на монтаж.

Указываемые в соответствии с ГОСТ 2.601-68 в инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его применения технические требования к монтажу, методы и средства контроля следует оформлять в виде бланков монтажно-установочных формуляров (МУФ), МУФы должны содержать упрощенное графическое изображение монтируемого изделия с указанием размеров и формы поверхностей, подлежащих контролю на монтаже, допускаемых отклонений, баз для установки мерительного инструмента, схем выполнения контрольной операции, перечня средств для контроля с указанием класса точности и пределов измерений, а также таблицу для внесения фактических значений контролируемых размеров по результатам монтажа и место для подписи лиц, которые должны осуществлять контроль, освидетельствование выполнения замеров и соответствие их правилам приемки изделия в эксплуатацию. Если монтируемое изделие проходит заводскую контрольную сборку с подгонкой размеров, подлежащих контролю на монтаже, в МУФы целесообразно вносить также фактические значения размеров, достигнутые при заводской контрольной сборке. При этом исключается необходимость в разработке и заполнении соответствующих карт контрольных замеров при изготовлении оборудования.

В соответствии с СНиП 12-01-2004 "Организация строительства" информация о характеристике условий работ на объекте, увязанных с требованиями конструкторской документации по условиям эксплуатации оборудования, характеристика организации строительства и стоимость монтажных работ, соответствующие конструкции, условиям поставки и монтажа оборудования, должны содержаться в проектно-сметной документации, разрабатываемой головным разработчиком проекта и передаваемой заказчику (для передачи монтажной организации) в следующем объеме, экз.:

Проект организации строительства (ПОС) - 1

Сетевой график строительства - 1

План, общий вид и разрезы цеха - 2

План расположения и разрезы фундаментов - 2



Чертежи МК и К.МД кондукторов, анкер-блоков, поддерживающих конструкций, кондукторов-стендов (при передаче монтажа болтов монтажной организации) - 3

Схемы геодезического обоснования - 2

Схемы основных и привязочных размеров и отметок фундаментных болтов - 2

Сметы на монтажные работы - 1

План расположения и сводная спецификация оборудования - 4

Установочные чертежи оборудования - 4

Планы и разрезы агрегата и линий - 4

Мероприятия по вводу объекта в эксплуатацию с разбивкой объекта на технологические узлы - 3

Проектно-сметная документация должна передаваться заказчиком подрядчику не позднее июня года, предшествующего выполнению работ. Чертежи конструкций здания и сооружения, необходимые для решения вопросов монтажа, связанных с приложением монтажных нагрузок, должны передаваться монтажной организации заказчиком во временное пользование из числа остающихся у него экземпляров документации.

Раздел ПОС по монтажу оборудования должен содержать:

стройгенплан на стадии монтажа оборудования с указанием объемов работ по узлам, путей подачи оборудования, мест проезда и установки монтажных кранов, мест расположения площадок для приобъектного складирования и предмонтажной подготовки оборудования, их оснащения и питания энергоресурсами, санитарно-бытовых помещений, мест подключения к источникам питания для энергоснабжения, технических мероприятий по безопасному ведению работ;

графики поставки оборудования, представления строительной готовности и монтажа оборудования;

принципиальные решения по монтажу оборудования, увязанные с графиками его поставки и работ смежных организаций, с указанием (при необходимости) мест приложения монтажных нагрузок к зданиям и сооружениям;

расчеты потребности в энергоресурсах, рабочих и механизмах;

документацию на специальную оснастку, необходимую для монтажа оборудования, связанного с условиями производства работ на объекте.

ПОС должен быть согласован с монтажной организацией.

Сметная стоимость монтажа оборудования должна определяться с учетом его конструктивных особенностей, условий поставки и монтажа. В процессе подготовки монтажных работ монтажная организация с привлечением проектно-технологических организаций должна разработать документацию в следующем объеме, экз.:

Ведомость монтируемых конструкций и материалов - 3

Проект производства работ (ППР) - 3

Технологические карты на монтаж особо сложных машин - 3

График производства работ - 3

Ведомость монтажной оснастки - 3

Лимитные карточки на материалы - 3

Калькуляции и расчеты по видам затрат - 3

ППР должен разрабатываться на основании инструкций по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его применения, а также основных решений по монтажу, предусмотренных ПОС.

Если монтажную сборку оборудования необходимо (по условиям оснащённости монтажной организации и особенностям производства работ на объекте) выполнять с отклонениями от решений, предусмотренных ИМ, в ППР должен быть разработан новый вариант технологического процесса. В необходимых случаях решение вопросов мест строповки, выбора баз для контрольных замеров и других, влияющих на сохранность, работоспособность и эксплуатационную надёжность изделия, должно быть согласовано с шефперсоналом или разработчиком оборудования.

В процессе производства работ должен вестись журнал монтажных работ с отражением в нём основных этапов работ, выявленные в процессе монтажа дефекты поставки оборудования и решения шефперсонала (заказчика) по их устранению. К журналу производства работ должны прикладываться исполнительные схемы фундаментов под монтаж оборудования. К актам сдачи прилагаются МУФы с внесёнными в них фактическими значениями контролируемых размеров.

### **Шкала оценки образовательных достижений:**

#### **Критерии оценки:**

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% - хорошо

66-79% - удовлетворительно  
менее 66% - неудовлетворительно

**Условия выполнения задания**

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время
2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## Практическая работа №2.

**Тема:** Подготовка рабочего места и инструмента исходя из видов предполагаемых работ.

**Цель работы:** знать слесарно-пригоночные операции и инструменты к ним, применяемые при монтаже оборудования.

**Задание:** На основании конспектов лекций самостоятельно заполнить таблицу.

№ п/п	Слесарно-пригоночные операции	Инструмент
1.		
Т.д.		

**Шкала оценки образовательных достижений:**

**Критерии оценки:**

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% - хорошо

66-79% - удовлетворительно

менее 66% - неудовлетворительно

**Условия выполнения задания**

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время
2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## Практическая работа №3.

**Тема:** Расчет стропов и канатов.

**Цель работы:** Научиться производить расчет, подбор и пригодность стропа при производстве такелажных работ.

### **Выбор грузового стропа**

Определив массу поднимаемого груза, далее необходимо правильно выбрать строп с учетом нагрузки, которая возникает в каждой его ветви. Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь, меняется в зависимости от числа мест зацепки груза, от его размеров, от

угла между ветвями стропа, от длины его ветвей. Усилия, возникающие в ветвях стропа при подъеме груза, можно определять двумя способами.

Значения величин, применяемых в расчётной формуле приведены в таблице №1

1. Заменяя для простоты расчета  $\sim 1/\cos\alpha$  коэффициентом  $m$ , получим:

$$S = m \cdot G \cdot g / (k \cdot n),$$

Канаты должны быть проверены на прочность расчётом:

$$P/S \geq K_{\text{зап.}},$$

где:  $P$  – разрывное усилие каната в целом в Н (кгс) по сертификату;

$S$  – наибольшее натяжение ветви каната Н (кгс);

$K_{\text{зап.}}$  – коэффициент запаса прочности стропов:

Таблица № 1. Значения величин, применяемых в расчётной формуле

№ п/п	Число ветвей стропа, $n$	Коэффициент неравномерности натяжения стропов, $k$	Угол наклона ветви стропа, $\alpha$ (градусы)	Коэффициент, зависящий от угла наклона ветви к вертикали, $m$
1	2	3	4	5
1	1	1	0	1
2	2	1	15	1,04
3	4	0,75	20	1,06
4	8	0,75	30	1,16
5	-	-	40	1,31
6	-	-	45	1,41
7	-	-	60	2

## 1.0 ХОД РАБОТЫ

### 1.1 Выписать из таблицы 1 исходные данные согласно варианта

Рассчитать Грузоподъемную силу, приходящуюся на одну ветвь и разрывное усилие.

Таблица 1 Исходные данные

№ вар.	Число ветвей стропа	Угол между ветвями, град	Вес поднимаемого груза, Кг	
1	2	3	4	5
1	2	15	5000	
2	4	20	6300	
3	8	30	8000	
4	2	40	12500	

5	4	45	16000	
6	8	60	20000	

1.2 Рассчитать канатные стропы для подъема плиты массой  $m$  (кг). Строповка плиты в 4 ветви.

Данные для расчета.

Варианты	1	2	3	4	5	6
$m$	2500	3200	4000	5000	6300	8000
$a$	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
$b$	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6
$h$	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3

### 1.3. Ответить на вопросы

1. Что указывается на специальном клейме стропа?
2. Какова периодичность осмотра гибкого стального канатного стропа *стропальщиком* и *лицом* ответственным за безопасное работ кранами (*назначенного по приказу*)?
3. Какие стропы могут быть?
4. Перечислите стропа по технологическому назначению?
5. Перечислите нормы браковки стальных канатных строп?

### Шкала оценки образовательных достижений:

#### Критерии оценки:

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% - хорошо

66-79% - удовлетворительно

менее 66% - неудовлетворительно

#### Условия выполнения задания

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время
2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## Практическая работа №4.

**Тема:** Виды захватов.

**Цель работы:** знать назначение и конструктивные особенности захватов.

**КАРТОЧКА – ЗАДАНИЕ**  
**«Съёмные грузозахватные устройства»**

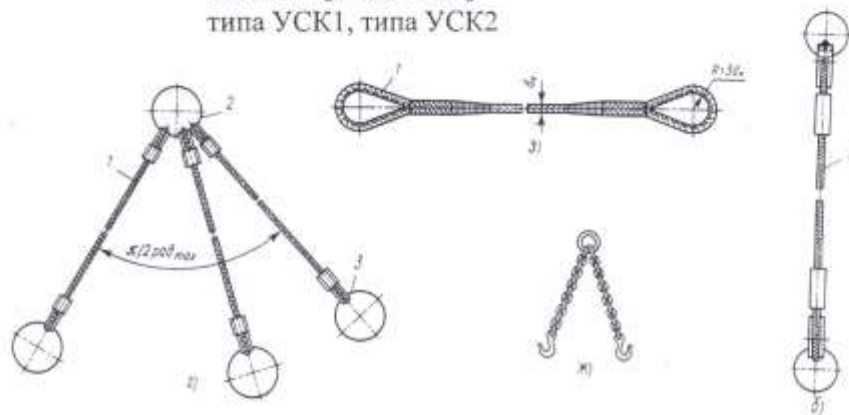
**Вариант 1**

Из предложенных банков данных подбери названия в соответствии с рисунками

**БАНК ДАННЫХ**

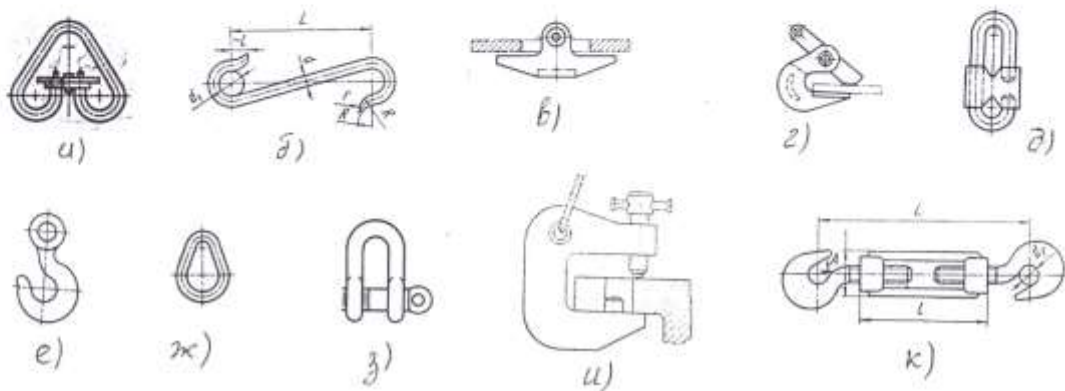
**1. Стропы:**

одноветвевой типа 1СК: с заплёткой и обжимной втулкой,  
 типа 2СК, типа 3СК, типа 4СК,  
 типа 1СЦ, типа 2 СЦ,  
 типа УСК1, типа УСК2

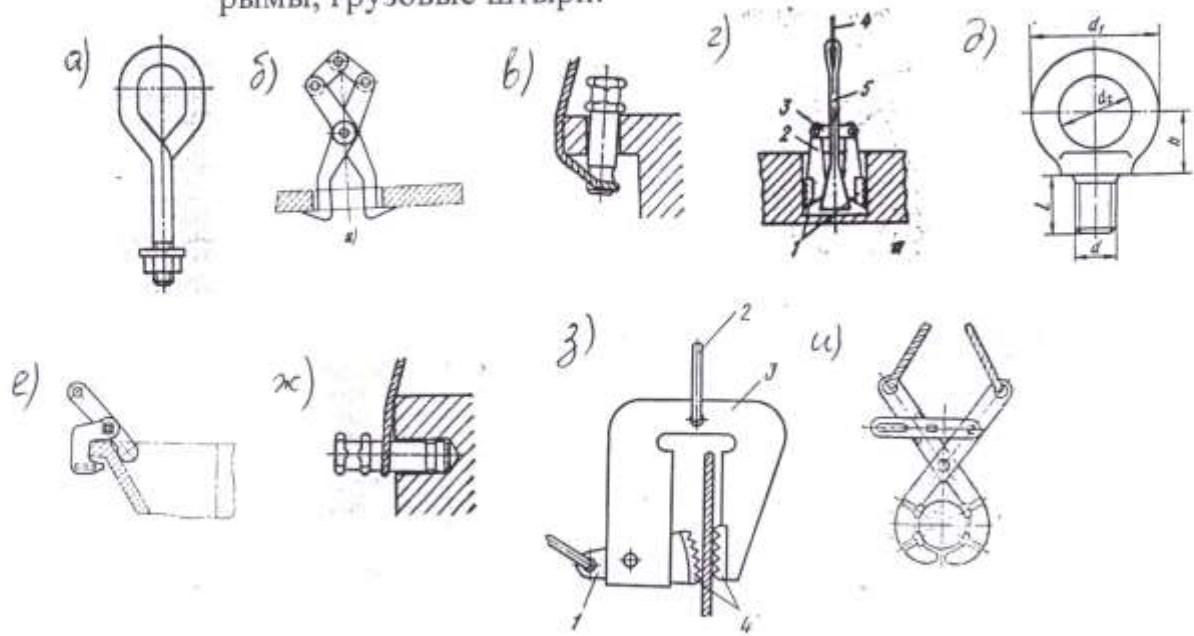


**2. Навесные грузозахватные звенья стропов:**

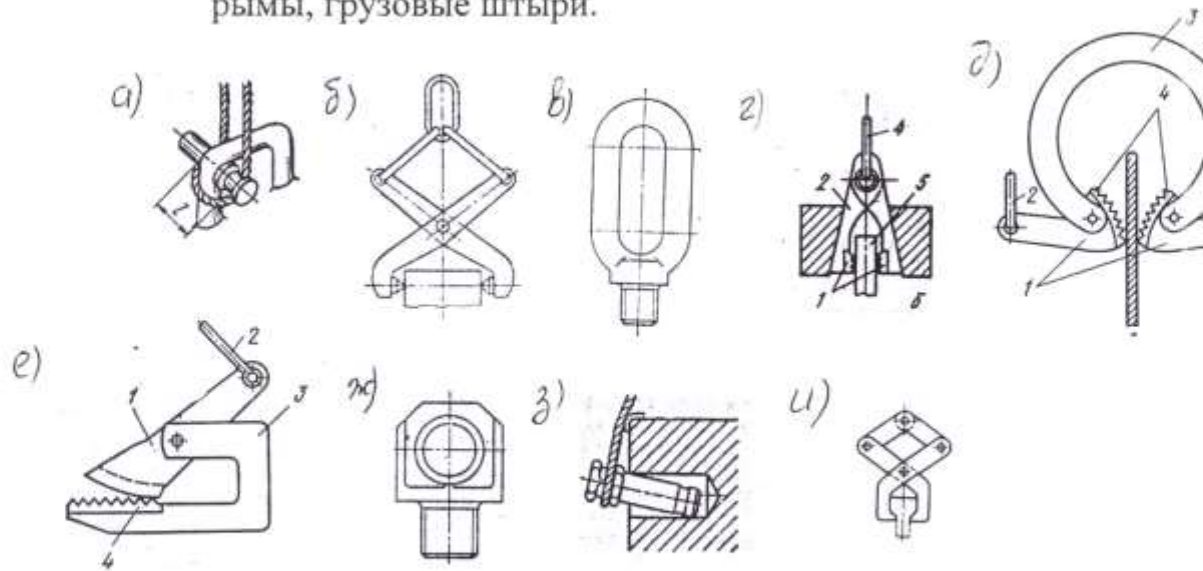
треугольное звено неразъёмное и разъёмное,  
 овальное неразъёмное звено, овоидное;  
 чалочные крюки: - типа К1, - типа К2, - типа К3;  
 такелажная скоба: с винтом и гладким штырём со шплинтом,  
 карабин, коуш;  
 крюк, предохранительное устройство;  
 восьмёрка обыкновенная и удлинённая, восьмёрка с талрепом;  
 коромысло, грузозахватная струбцина.



3. Специальные захваты и вспомогательные приспособления  
захваты клещевые, эксцентрики, клиновые;  
рымы, грузовые штыри.



3. Специальные захваты и вспомогательные приспособления  
захваты клещевые, эксцентрикковые, клиновые;  
рымы, грузовые штыри.





## КАРТОЧКА – ЗАДАНИЕ «Съёмные грузозахватные устройства»

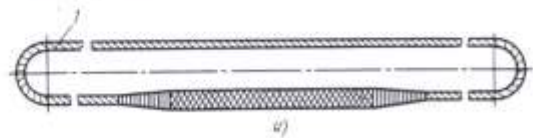
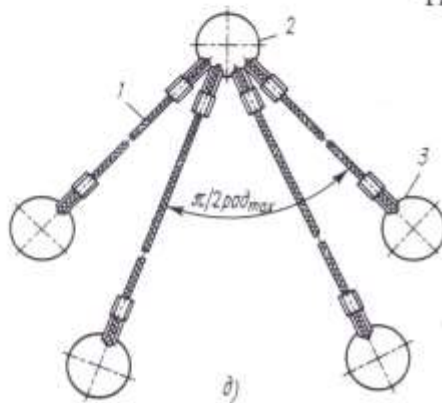
### Вариант 2

Из предложенных банков данных подбери названия в соответствии с рисунками

### БАНК ДАННЫХ

1. Стропы:

одноветвевой типа 1СК: с заплёткой и обжимной втулкой,  
 типа 2СК, типа 3СК, типа 4СК,  
 типа 1СЦ, типа 2 СЦ,  
 типа УСК1, типа УСК2



2. Навесные грузозахватные звенья стропов:

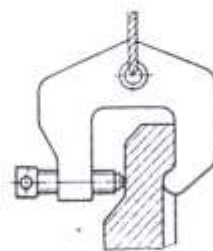
треугольное звено неразъёмное и разъёмное,  
 овальное неразъёмное звено, оvoidное;  
 чалочные крюки: - типа К1, - типа К2, - типа К3;  
 такелажная скоба: с винтом и гладким штырём со шплинтом,  
 карабин, коуш;  
 крюк, предохранительное устройство;  
 восьмёрка обыкновенная и удлинённая, восьмёрка с талрепом  
 коромысло, грузозахватная струбцина.



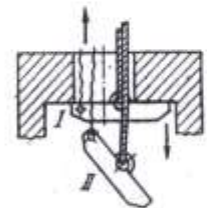
a)



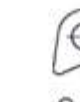
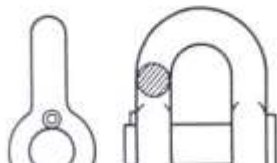
б)



в)



г)



## Практическая работа №5.

**Тема:** Съёмные грузозахватные устройства.

**Цель работы:** знать назначение и конструктивные особенности съёмных грузозахватных приспособлений

### Грузозахватные устройства грузоподъемных кранов

Какие бывают  
грузозахватные органы?

**Грузозахватные органы** — это устройства, предназначенные для подвешивания или захватывания груза. Классификация грузозахватных устройств и приспособлений приведена в *приложении 8*

Наиболее распространенными из них являются **крюк, грейфер, электромагнит**.

В зависимости от вида грузозахватного органа различают краны:

- крюковой;
- грейферный;
- магнитный.

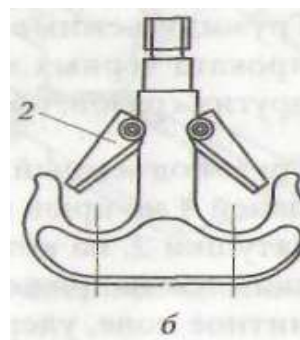
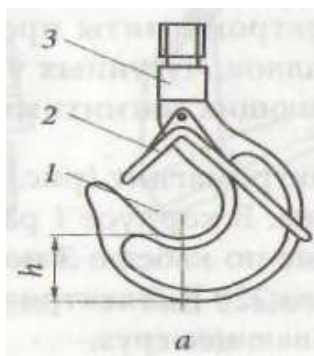
#### 5.1 Крюковая подвеска

**Грузовой крюк** предназначен для подвешивания грузов с помощью съёмных грузозахватных приспособлений, например стропов, которые размещаются в его зеве 1. Предохранительный замок 2 удерживает стропы от самопроизвольного выпадения из зева. Однорогий и двурогие крюки изображены на рисунке 3

Крюки изготовляют из малоуглеродистой стали (сталь 20), которая пластична, не склонна к хрупкому разрушению под нагрузкой. По способу изготовления крюки бывают следующих видов: кованные, штампованные, пластинчатые.

Работа крана **не допускается** при следующих **неисправностях крюка**:

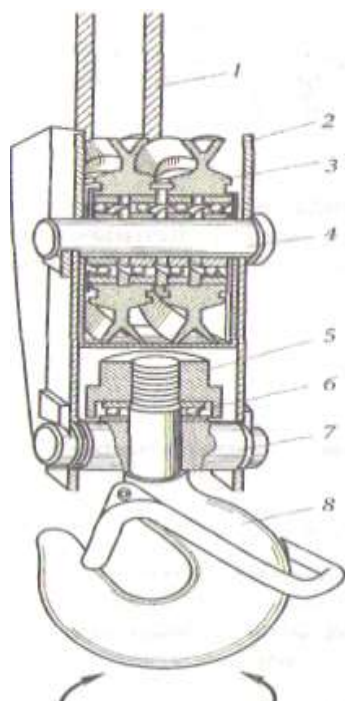
1. трещины и надрывы на поверхности крюка;
2. крюк не вращается;
3. отсутствует или неисправен предохранительный замок;
4. крюк разогнут;
5. износ зева составляет более 10% от первоначальной высоты  $h$  рабочего сечения крюка, изображена на рисунке 4



1 – зев; 2 – замок; 3 – хвостовик; h – высота рабочего сечения.

**Рисунок 4** - Однорогий (а) и двурогий (б) грузовые крюки

Краны грузоподъемностью более 30 т комплектуются двурогим крюком (рисунок 4, б), имеющим два зева для размещения большего числа стропов.



**Крюковая подвеска** изображена на рисунке 5. Она соединяет крюк 8 с грузовыми канатами 1 крана. Подвеска состоит из двух щек 2, соединенных болтами. В верхней части подвески располагается ось 4 канатных блоков 3, в нижней части — траверса 7, на которой установлен крюк.

Крюк крана устанавливают на упорном подшипнике 6, что позволяет ему вращаться и исключает закручивание грузовых канатов при перемещении груза. Гайка 5 крепления крюка должна быть укреплена стопорной планкой для исключения самопроизвольного свинчивания.

**Рисунок 5** - Крюковая подвеска

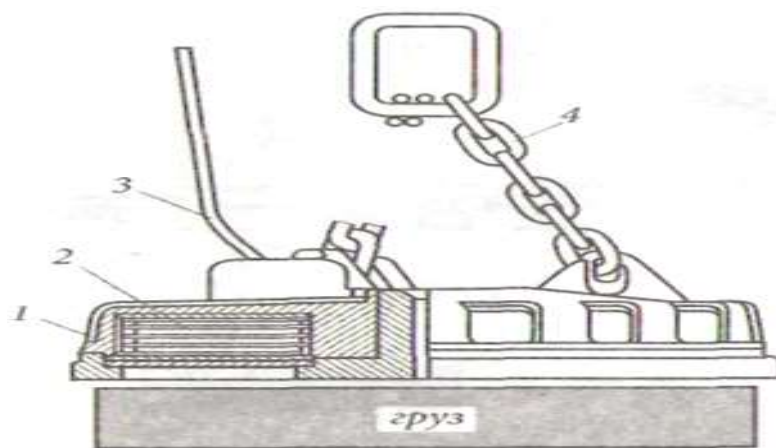
**ВНИМАНИЕ!** Для обслуживания грейфера и электромагнита стропальщик не требуется

## 5.2 Грузовой электромагнит

**Как устроены грузоподъемные электромагниты?**

Грузоподъемные электромагниты предназначены для перемещения проката черных металлов, чугуновых чушек, стружки, металлолома и других грузов, обладающих магнитными свойствами.

Грузоподъемный электромагнит, изображен на рисунке 6, подвешивают с помощью цепей 4 на крюк крана. В корпусе 1 расположены электромагнитные катушки 2, на которые по кабелю 3 подается постоянный электрический ток напряжением 220 В. Электрический ток создает сильное магнитное поле, удерживающее груз.



1 – корпус; 2 – катушка; 3 – кабель; 4 – цепь.

**Рисунок 6** - Грузоподъемный электромагнит

**ВНИМАНИЕ!** В качестве грузозахватных органов электромагниты недостаточно надежны из-за возможного отключения электроэнергии, поэтому при их использовании необходимы дополнительные меры безопасности.

### 5.3 Грейфер

Какие бывают грейферы?

**Грейфер** — это двухчелюстной или многочелюстной ковш для перемещения сыпучих, крупнокусковых грузов и круглого леса. Грейферы различаются по конструкции и типу привода.

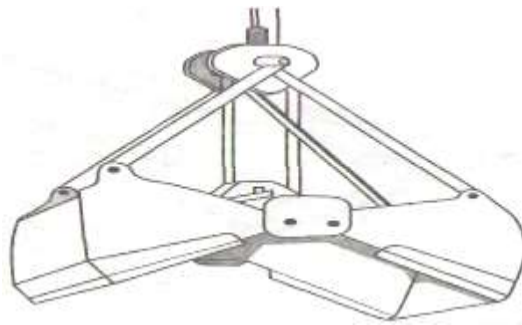
1. По конструкции различают следующие виды грейферов:
  - двухчелюстные, для сыпучих грузов изображена на рисунке 6;
  - многочелюстные, предназначенные для крупнокусковых грузов и металлолома;
  - трех- и четырехлапые, предназначенные для круглого леса.
2. По типу привода механизма замыкания челюстей:
  - канатные;
  - моторные.

Грейферы с канатным замыканием челюстей бывают одноканатные и двухканатные. *Двух канатный грейфер изображен на рисунке 7*

**Двухканатные** грейферы устанавливают на грейферных кранах, которые предназначены для перегрузки больших объемов сыпучих грузов.

**Одноканатные** грейферы применяют в случае перемещения небольших объемов сыпучих грузов, например в строительстве. Такой грейфер навешивается на крюк крана и является съемным грузозахватным приспособлением.

*Масса грейфера с грузом не должна превышать грузоподъемность крана на рабочем вылете.*



**Рисунок 7** - Двухчелюстной канатный грейфер

**Внимание!** Каждый грейфер должен быть снабжен табличкой с указанием: предприятия-изготовителя, номера, объема, собственной массы, вида материала, для которого он предназначен, и наибольшей допустимой массы зачерпнутого материала.

**При утрате таблички она должна быть восстановлена!**

#### **Контрольные вопросы.**

1. Для чего предназначены грузозахватные органы?
2. Как различают ГПМ в зависимости от вида грузозахватного органа?
3. Для чего предназначен крюк на ГПМ?
4. При каких неисправностях крюка ГПМ кран не допускается к работе?
5. Перечислите составные части крюковой подвески ГПМ
6. Для чего предназначены грузоподъемные электромагниты?
7. Перечислите основные элементы грузоподъемного электромагнита
8. Что такое грейфер?
9. Как различают по конструкции грейферы?
10. Как различают грейферы по типу привода замыкания челюстей?
11. Какие бывают грейферы с канатным замыканием челюстей?
12. Как называются ГПМ с двухканатными грейферами?
13. Каково исполнение одноканатного грейфера?
14. Какова масса грейфера с грузом на рабочем вылете стрелы?
15. Что указывается на табличке, закрепленного на грейфере?
16. Почему для обслуживания грузового электромагнита и грейфера стропальщик не требуется?

#### **Шкала оценки образовательных достижений:**

##### **Критерии оценки:**

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% - хорошо  
66-79% - удовлетворительно  
менее 66% - неудовлетворительно

### Условия выполнения задания

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время
2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## Практическая работа №6.

**Тема:** Способы и схемы строповки.

**Цель работы:** знать способы и схемы строповки.

### **С каким коэффициентом запаса прочности изготавливают стропы?**

**Коэффициент запаса прочности** — это отношение разрывной нагрузки каната (цепи) к нагрузке в отдельной ветви стропа.

Он показывает, во сколько раз натяжение ветви стропа должно быть меньше разрывной нагрузки каната (цепи), из которого строп изготовлен.

**Стропы из стальных канатов** должны изготавливаться с коэффициентом запаса прочности не менее **6** (шестикратный запас прочности)

**Цепные стропы** должны изготавливаться с коэффициентом запаса прочности не менее **4**

**Стропы из растительных и синтетических волокон** должны изготавливаться с коэффициентом запаса прочности не менее **8** (восьмикратный запас прочности)

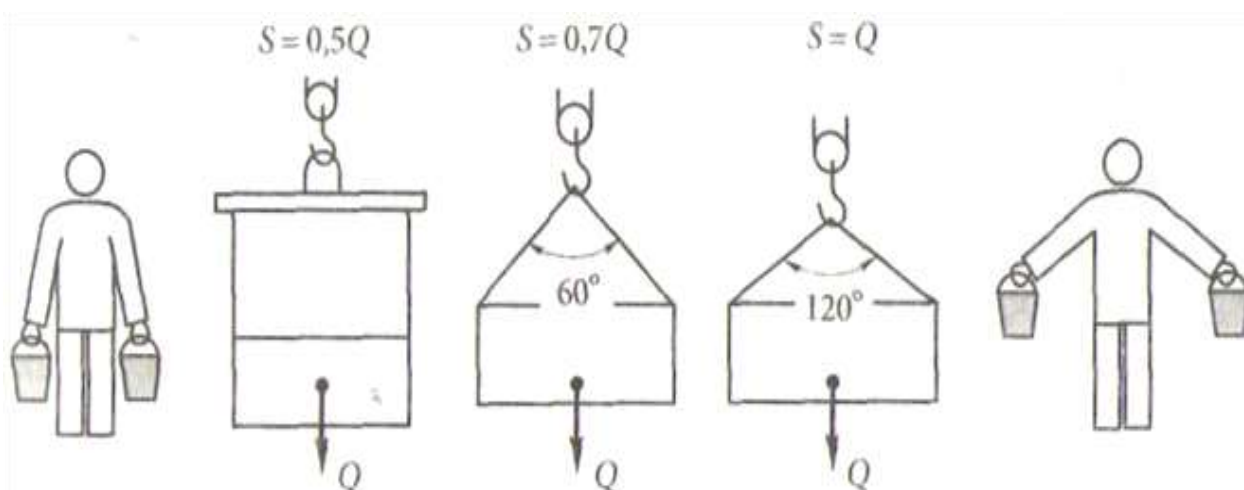
**ВНИМАНИЕ!** Несмотря на то, что стропы недопустимо превышать грузоподъемность

**От чего зависит натяжение ветвей стропа?**

**На какой угол между ветвями рассчитаны стропы?**

Конечно, стропальщик не должен определять нагрузки в ветвях стропа, но он должен понимать, что **при увеличении угла между ветвями возрастает натяжение ветвей стропа.**

На рисунке 19 изображена зависимость натяжения ветвей двухветвевое стропа от угла между ними.

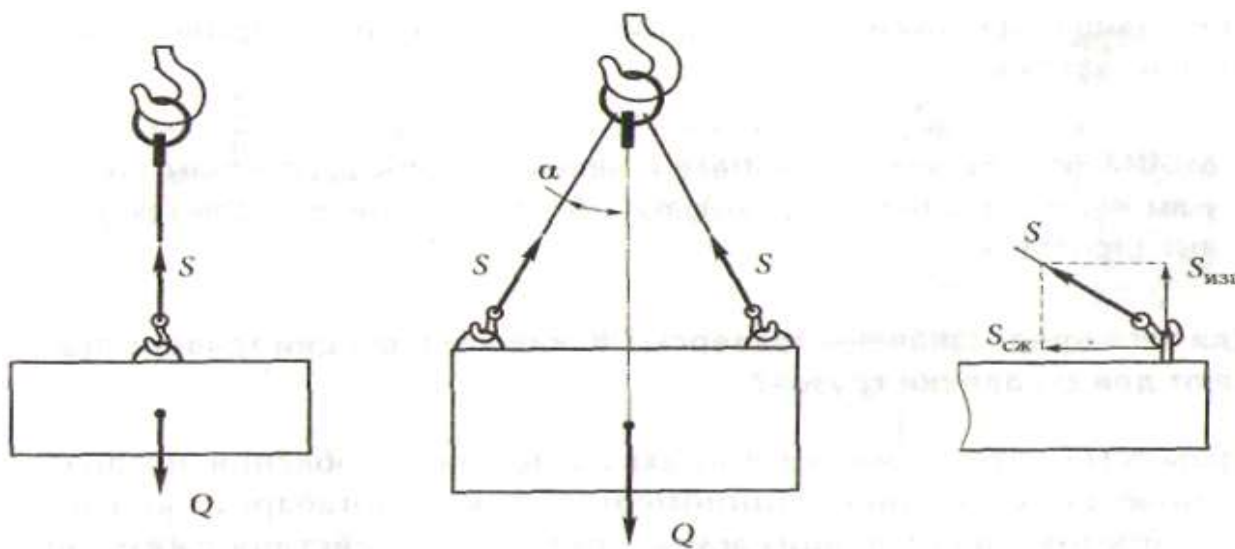


**Рисунок 19** - Зависимость натяжения ветвей стропа от угла между ними

Вспомните, когда вы переносите ведра с водой, нагрузка возрастает при разведении рук.

Растягивающее усилие в каждой ветви двухветвевое стропа превысит массу груза, если угол между ветвями превысит  $120^\circ$ .

Очевидно, что при увеличении угла между ветвями возрастает не только натяжение ветвей и вероятность их разрыва, но и сжимающая составляющая натяжения, что может привести к разрушению груза.



$S$  – натяжение ветви;  $Q$  – масса груза;  $\alpha$  – угол наклона к ветви к вертикали;  $S_{изгб}$  – изгибающая составляющего натяжения;  $S_{сжат}$  – сжимающая составляющего натяжения.

**Рисунок 20** - Определение натяжения ветвей стропа

**ВНИМАНИЕ!** Ветвевые канатные и цепные стропа рассчитаны так, что углы между ветвями не превышают  $90^\circ$ .

*Определение натяжения ветвей стропа изображена на рисунке 20*

Натяжение  $S$  ветви одноветвевого стропа равно массе груза  $Q$   
натяжение  $S$  в каждой ветви многоветвевого стропа и рассчитывают по формуле:

$$S = Q/(n \cos \alpha), \quad (H)$$

где  $Q$  — масса груза, (Н);  
 $S$  — натяжение ветви, (Н);  
 $n$  — число ветвей стропа;  
 $\cos \alpha$  — косинус угла наклона ветви стропа к вертикали.

### **Контрольные вопросы (*Подготовиться к устному ответу*)**

1. Что такое коэффициент запаса прочности?
2. Что он показывает?
3. Сколький кратный запас прочности у стропов:
  - канатного;
  - цепного;
  - текстильного.
4. Что указывается на бирке стропа?
5. От чего зависит натяжение ветвей стропа?
6. На какой угол между ветвями рассчитываются стропы?
7. Во сколько раз увеличивается нагрузка двухветвевое стропа при увеличении угла между стропами  $120^0$ ?
8. Какая разрушающая сила возникает при угле между стропами  $120^0$ ?
9. Назовите одну из существующих формул для расчета напряжения ветви стропа?
10. Какова зависимость угла между стропами и длиной?
11. В чем критерии выбора длины стропов при такелажных работах?
12. Чем обусловлена правилами зацепка свободных концов за серьгу «паука»?



### **Шкала оценки образовательных достижений:**

#### **Критерии оценки:**

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% % - хорошо

66-79% % - удовлетворительно

менее 66% - неудовлетворительно

#### **Условия выполнения задания**

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время

2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.

3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## **Практическая работа №7.**

**Тема:** Определение грузоподъемности домкрата.

**Цель:** Сформировать представление о принципе работы гидравлического домкрата, приобрести навыки расчета грузоподъемности гидравлического домкрата.

**Оборудование и принадлежности:** инструкционная карта, калькулятор, справочные таблицы.

### **Общие сведения**

Домкраты обычно предназначаются для подъема грузов на небольшую высоту и находят широкое применение на монтажных работах при подъемах и выверке как отдельных частей, так и целых сооружений. Домкрат устанавливают под грузом и упирают в него выдвижной частью. Высота рабочего хода домкрата невелика, поэтому подъем груза на высоту, превышающую ход домкрата, производят в несколько приемов. В этих случаях под груз подкладывают, например, шпальные клетки, либо отдельные брусья или доски. Скорость подъема домкратами незначительна. Домкраты выпускаются с различной грузоподъемностью - от 0,5 до 300 т и в большинстве своем имеют ручной привод. По конструкции домкраты разделяются на реечные, винтовые и гидравлические.

**Гидравлический домкрат** (рис.1) состоит из цилиндра 6, являющегося одновременно его корпусом, поршня 5, насоса 1, всасывающего 3, нагнетательного 4 и спускного 7 клапанов. При ручном приводе насос и бак 2 с жидкостью объединены с корпусом домкрата.

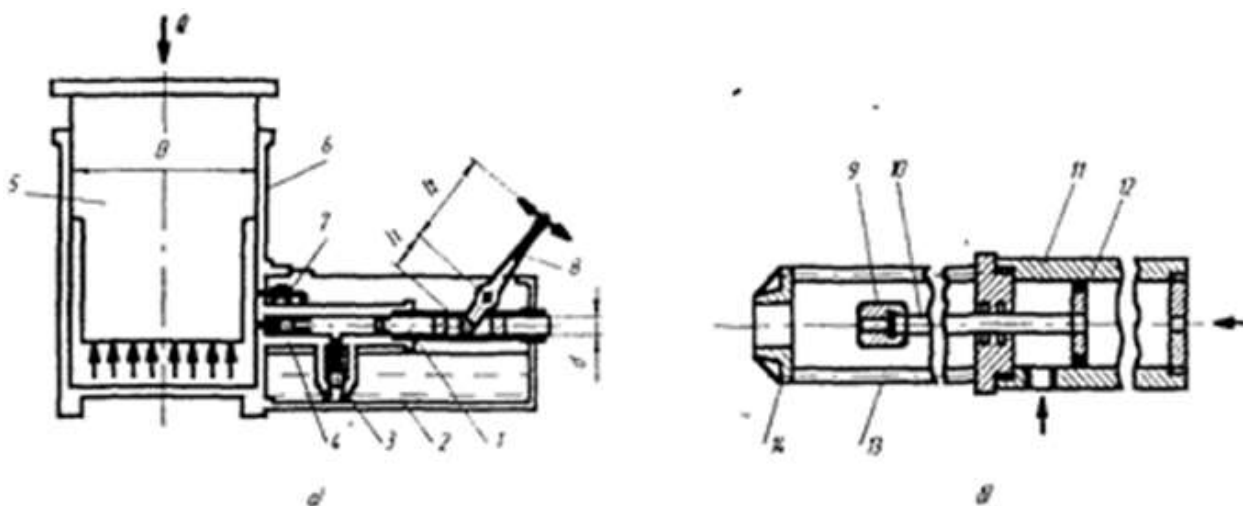


Рисунок 1- Гидравлический домкрат: а — с ручным приводом; б — тянущий для натяжения стержней

Рабочей жидкостью служит минеральное масло или незамерзающая смесь (вода, смешанная со спиртом или глицерином). Рукояткой 8 плунжеру насоса сообщается возвратно — поступательное движение. При движении плунжера вправо цилиндр насоса через всасывающий клапан заполняется жидкостью, а при движении влево жидкость под давлением через нагнетательный клапан поступает под поршень основного цилиндра.

Гидравлические домкраты с ручным приводом имеют грузоподъемность до 200 т. и высоту подъема до 0,18 — 0,2 м. При машинном приводе жидкость в цилиндр домкрата подается от отдельного гидравлического насоса, а грузоподъемность одиночного домкрата может достигать 500 т. при машинном приводе несколько домкратов могут быть приведены в действие от одной насосной станции и осуществлять подъем крупных сооружений.

Для натяжения стержней или канатов при монтаже предварительно напряженных конструкций применяют тянущие домкраты (рис. 1, б). Такой домкрат состоит из цилиндра 11, штока 10 с поршнем 12, стойки 13 и упорной плиты 14. на конце штока имеется гайка 9 для соединения его со стержнем. Домкрат закрепляют в стойке, служащей упором. При подаче масла в домкрат, шток вместе с поршнем перемещается, производя натяжение стержня. Тянущие домкраты развивают усилие 630 и 1000 кН при ходе штока 315 и 400 мм и работают от насосной станции с рабочим давлением 40 Мпа.

Гидравлические домкраты имеют большое количество достоинств, среди которых:

- быстрый и легкий подъем;
- отличная устойчивость груза в поднятом положении;
- удобная и небольшая по размерам конструкция.

Рабочее давление жидкости в таких устройствах может быть создано вручную при помощи рукоятки насоса или же электрокомпрессора. По конструкции гидравлические домкраты бывают вертикальными, бутылочными и подкатными. Последние устанавливаются на колесики, за счет которых они становятся мобильными. Такие подъемники предназначены для интенсивного использования.

Бутылочные домкраты бывают одноштоковыми и двуштоковыми. Первые считаются более надежными и долговечными. Они используются преимущественно для грузового транспорта, потому как имеют высокий подхват. Такие устройства не подходят для легковых машин.

Двухштоковые домкраты обладают такими же характеристиками, как и одноштоковые. Единственным отличием является то, что в их конструкции имеется телескопический шток. Главным преимуществом таких устройств является возможность подъема груза на довольно большую высоту.

Гидравлические домкраты имеют компактные размеры, но при этом высокую грузоподъемность, большое значение КПД и достаточный коэффициент передачи усилия. Их подъемный механизм перемещается очень плавно. К минусам таких устройств можно отнести небольшую высоту подъема, необходимость в проведении регулярного техобслуживания, непродолжительный срок службы и дорогой ремонт.

Грузоподъемность гидравлических домкратов составляет от одной до нескольких сотен тонн. Данные устройства - одни из самых сложных в обслуживании. Так, чтобы домкрат был в рабочем состоянии, необходимо регулярно проверять уровень масла, следить за тем, чтобы сальники и клапаны были герметичными. Транспортировать и хранить такое устройство можно только в вертикальном положении. В ином случае рабочая жидкость просто вытечет из резервуара.

1. **Задание:** Ознакомиться с конструкцией домкрата и произвести его расчет по заданным параметрам: усилие на рукоятке  $P_p$ , Н; диаметр поршня  $D$ , мм; диаметр плунжера  $d$ , мм; отношение длины рычага к длине толкателя  $L/l$ ; ход плунжера  $h$ , мм; КПД механизма  $\eta$ , высота подъема груза  $H$ , мм.

Исходные данные для расчета:

№ варианта	$P_p$ , Н	$D$ , мм	$d$ , мм	$L/l$	$h$ , мм	$\eta$	$H$ , мм
1.	60	150	17	10	8	0,75	180
1.	70	160	18	12	10	0,75	190
1.	80	170	19	14	12	0,75	200
1.	90	180	20	15	15	0,75	180
1.	100	190	17	12	8	0,78	190
1.	110	200	18	13	10	0,78	200
1.	120	210	19	14	12	0,78	180
1.	130	220	20	15	15	0,8	190
1.	140	230	17	12	10	0,8	200
1.	150	240	18	15	15	0,8	180

1. **Ход выполнения работы:**

1. Определим усилие на плунжере по формуле (1):

$$P_n = P_p \frac{L}{l} \eta(H), (1)$$

где  $P_p$  - усилие на рукоятке, Н

$L/l$  - отношение длины рычага к длине толкателя;

$\eta$  - КПД механизма.

1. Определим давление рабочей жидкости под плунжером, передаваемое в цилиндр по формуле (2):

$$p = \frac{0,4 P_n}{\pi d^2} (\text{бар}), (2)$$

1. Определим грузоподъемность домкрата по формуле (3):

$$Q = p \frac{\pi D^2}{4} (H), (3)$$

где  $D$  – диаметр поршня, см;

Переводим грузоподъемность в кг (тонны).

1. Определим объем рабочей жидкости, подаваемый плунжером в единицу времени по формуле (4):

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h z \alpha \quad (\text{см}^3/\text{мин}), (4)$$

где  $d$  – диаметр плунжера, см;

$h$  – величина хода плунжера, см;

$z$  – возможное число рабочих ходов рукоятки в минуту,  $z = 30$ ;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий утечку жидкости через уплотнения,  $\alpha = 0,9 \dots 0,95$

1. Определим скорость подъема поршня с грузом по формуле (5):

$$v = \frac{4V}{\pi D^2} (\text{см}/\text{мин}), (5)$$

где  $D$  – диаметр поршня, см;

$V$  - объем рабочей жидкости, подаваемый плунжером в единицу времени,  $\text{см}^3/\text{мин}$ .

1. Определим время подъема груза на высоту Н по формуле (6):

$$t = \frac{H}{v} (\text{мин}) \quad (6)$$

Результаты вычислений оформите в виде таблицы:

вариант	P <sub>п</sub> , Н	p, бар	Q, Н	V, см <sup>3</sup> /мин	v, см/мин	t, мин

Вывод: В ходе выполнения лабораторно-практической работы познакомились ....., приобрели навыки .....

### 1. Контрольные вопросы

- 1) Назначение домкратов.
- 2) Классификация домкратов по конструкции.
- 3) Конструкция гидравлического домкрата.
- 4) Рабочие жидкости гидравлического домкрата.
- 5) Преимущества гидравлического домкрата.

### Шкала оценки образовательных достижений:

#### **Критерии оценки:**

Процент выполнения задания/Отметка

95% и более - отлично

80-94% % - хорошо

66-79% % - удовлетворительно

менее 66% - неудовлетворительно

### Условия выполнения задания

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется на занятие в аудиторное время
2. Максимальное время выполнения задания: 90 мин.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций

## Практическая работа №8.

**Тема:** Расчет высоты бетонного фундамента

**Цель:** Научиться определять глубину заложения и размеры подошвы отдельно стоящего фундамента

**Задание:**

Определить размеры подошвы фундамента под сборную железобетонную колонну. Нагрузка на фундамент с учетом коэффициента надежности по ответственности.

Отношение длины здания к высоте  $L/N=2,3$ ;

Глубина заложения фундамента  $d_1=2,3$  м;

Основанием фундамента служит мощный слой глины, идущий от поверхности планировки. Характеристики глины:  $e=0,5$ ;  $I_L=0,5$ ;  $Y=Y_{II}=Y'_{II}=18,23$  кН.

**Решение:**

1. Определяем сервисную нагрузку:

$$N_{ser} = \frac{N}{1,2} = \frac{535}{1,2} = 445,83 \text{ кН}$$

2. По приложению 3 табл. 3 СНиП 2.02.01-83\* определяем расчетное сопротивление грунта  $R_0=237,5$  кПа;

3. Определяем требуемую площадь фундамента:

$$A_f = \frac{N_{ser}}{R_0 - \gamma_m d_1} = \frac{445,83}{237,5 - 20 * 2,3} = 2,33 \text{ м}^2;$$

Принимаем фундамент квадратным,  $a=b=\sqrt{2,33}$  округляем требуемые размеры сторон и принимаем фундамент с размерами сторон 1,6×1,6 м; фактическая площадь принятого фундамента  $A_f=2,56$  м<sup>2</sup>;

4. По приложению 1 таб. 1 СНиП 2.02.01-83\* устанавливаем удельное сцепление и угол внутреннего трения глины  $c_n=c_{II}=43$  кПа;  $\varphi=\varphi_{II}=16^\circ$ ;

5. Находим коэффициенты:

$$\gamma_{c1}=1,2; \gamma_{c2}=1,1 + \frac{\frac{2,3-1,5}{4-1,5} * 1,5 - 4}{1} = 1,06$$

6. Выписываем из табл. 4 СНиП 2.02.01-83\* коэффициенты:

$$M_\gamma=0,36; M_q=2,43; M_c=4,99;$$

7. Определяем расчетное сопротивление грунта по формуле, приняв

$$k=1,1; k_z=1,0; d_b=0;$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} * \gamma_{c2}}{k} * (M_y k_z b Y_{II} + M_q d_1 Y'_{II} + (M_q + 1) * d_b Y'_{II} + M_c c_{II}) = \frac{1,2 * 1,06}{1,1} * (0,36 * 1 * 1,6 * 18,23 + 2,43 * 2,3$$

8. Уточняем требуемые размеры фундамента:

$$A_f = \frac{445,83}{378,08 - 20 * 2,3} = 1,34 \text{ м}^2;$$

Принимаем уточнение размеров фундамента 1,2×1,2 м, площадью  $A_f = 1,44 \text{ м}^2$

Уточняем значения расчетного сопротивления:

$$R = \frac{1,2 * 1,06}{1,1} * (0,36 * 1 * 1,2 * 18,23 + 2,43 * 2,3 * 18,23 + \delta + (2,43 + 1) * 0 * 18,23 + 4,99 * 43) = 375,05 \text{ кПа}$$

9. Проверяем подобранные фундамент, среднее напряжение подошвы фундамента  $P$  не должно превышать расчетное сопротивление:

$$P = \frac{N_{сер}}{A_f} + \gamma_m d_1 = \frac{445,83}{1,44} + 20 * 2,3 = 355,6 \text{ кПа}$$

Оставляем размеры фундаментов 1,2×1,2 м. Среднее напряжение под подошвой фундамента  $P = 355,6 \text{ кПа}$  меньше расчетного сопротивления грунта  $R = 378,08 \text{ кПа}$ ;

10. Рассчитываю фундамент по материалу под ж/б колонну  $a_c \times b_c = 350 \times 350 \text{ мм}$ .

1. Определяем давление под подошвой фундамента:

- Площадь фундамента  $A_f = a_f * b_f = 1,2 * 1,2 = 1,44 \text{ м}^2$ ;
- Давление  $P = N / A_f = 445,83 / 1,44 = 371,53 \text{ кПа}$ ;

2. Определяем расчетные сечения фундамента:

Рассчитываем сечение, проходящее по краю колонны (1-1);

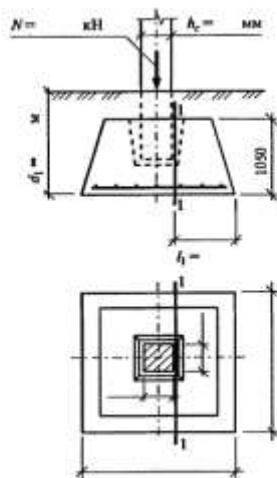


Рис.1 Расчетное сечение фундамента

3. Задаемся защитным слоем бетона  $a_b = 3.5$  см (сборный фундамент), и принимаем расстояние от подошвы фундамента до центра тяжести арматуры  $a = 4,5$  см, находим рабочую высоту фундамента:

$$h_{01} = h_1 - a = 105 - 4,5 = 100,5 \approx 100 \text{ см}$$

4. Принимаем : класс прочности бетона В20 и класс арматуры А400,  $R_b = 11.5$  Мпа,  $R_{bt} = 0.9$  Мпа,  $R_s = 355$  МПа;  
5. Поперечная сила в рассчитываемом сечении:

$$Q_1 = p l_1 b_f = 371,53 * 0,425 * 1,2 = 189,48 \text{ кН};$$

6. Изгибающий момент в сечении:

$$M_1 = Q_1 \frac{l_1}{2} = \frac{189,48 * 0,425}{2} = 40,2645 \text{ кН * м};$$

7. Требуемая площадь арматуры фундамента:

$$A_c = \frac{M}{0,9 h_0 * R_s} = \frac{4026,45}{0,9 * 100 * 35,5} = 1,26 \text{ см}^2;$$

1. Принимаю арматуру:

- Задаемся шагом стержней арматуры  $s = 200$  мм;
- Определяем количество стержней расположенных в одном направлении арматурной сетки:

$$n_s = \frac{a_f - 100}{s} + 1 = \frac{1200 - 100}{200} + 1 = 5,5 + 1 = 7 \text{ штук};$$

- Принимаем диаметр арматуры 7 " 10, А400,  $A_s = 5,5$  см, что больше чем требуется расчету. Но соответствует рекомендуемому минимальному диаметру арматуры для арматурных сеток фундамента;
- Конструируем арматурную сетку фундамента:

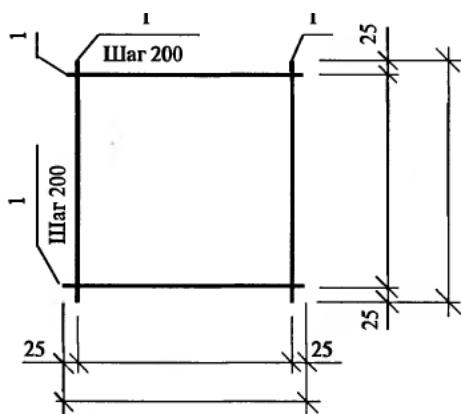


Рис. 2 Конструкция арматурной сетки

9. Проверяем фундамент на продавливание, определяем как размеры расчетного сечения при продавливании:



$$a = b = h_c + h_o = 35 + 105 = 140 \text{ см.}$$

Так как размеры основания расчетного сечения при продавливании больше чем размеры подошвы фундамента, то принимаем размеры фундамента 1,4 x 1,4.

Выполняем пересчет подошвы фундамента под колонну 350x350:

1. Определяем давление под подошвой фундамента:

- Площадь фундамента  $A_f = a_f * b_f = 1,4 * 1,4 = 1,96 \text{ см}^2$ ;
- Давление  $P = N / A_f = 445,83 / 1,96 = 227,46 \text{ кПа}$ ;

2. Определяем расчетные сечения фундамента:

Рассчитываем сечение, проходящее по краю колонны (1-1);

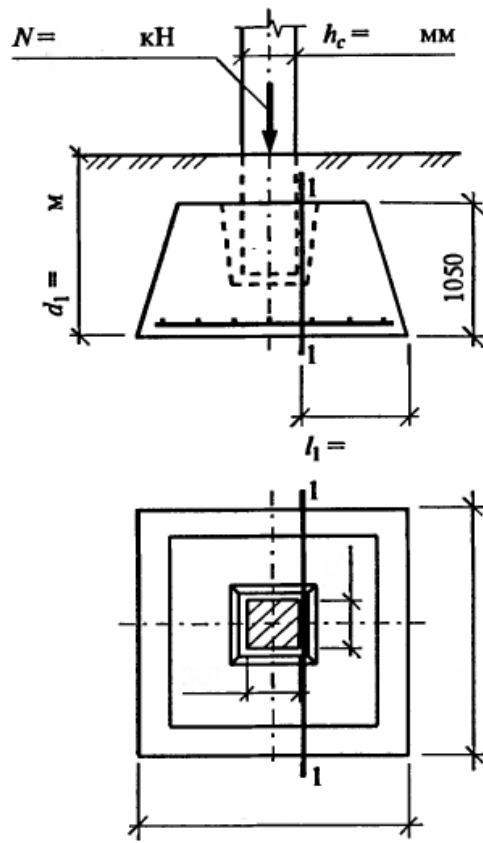


Рис.1 Расчетное сечение фундамента

3. Задаемся защитным слоем бетона  $a_b = 3.5 \text{ см}$  (сборный фундамент), и принимаем расстояние от подошвы фундамента до центра тяжести арматуры  $a = 4,5 \text{ см}$ , находим рабочую высоту фундамента:

$$h_{01} = h_1 - a = 105 - 4,5 = 100,5 \approx 100 \text{ см}$$

4. Принимаем: класс прочности бетона В20 и класс арматуры А400,  $R_b = 11.5 \text{ Мпа}$ ,  $R_{bt} = 0.9 \text{ Мпа}$ ,  $R_s = 355 \text{ МПа}$ ;

$$l_1 = \frac{b_f - h_c}{2} = 525 \text{ мм}$$

5. Поперечная сила в рассчитываемом сечении:

$$Q_1 = p l_1 b_f = 227,46 * 0,525 * 1,4 = 167,18 \text{ кН};$$

6. Изгибающий момент в сечении:

$$M_1 = Q_1 \frac{l_1}{2} = \frac{189,48 * 0,525}{2} = 49,48 \text{ кН * м};$$

7. Требуемая площадь арматуры фундамента:

$$A_c = \frac{M}{0,9 h_0 * R_s} = \frac{49,48}{0,9 * 100 * 35,5} = 1,57 \text{ см}^2;$$

1. Принимаю арматуру:

- Задаем шаг стержней арматуры  $s=200$  мм;
- Определяем количество стержней расположенных в одном направлении арматурной сетки:

$$n_s = \frac{a_f - 100}{s} + 1 = \frac{1400 - 100}{200} + 1 = 6,5 + 1 = 8 \text{ штук};$$

- Принимаем диаметр арматуры 8 " 10, А400,  $A_s=6,28$  см, что больше чем требуется расчету. Но соответствует рекомендуемому минимальному диаметру арматуры для арматурных сеток фундамента;
- Конструируем арматурную сетку фундамента:

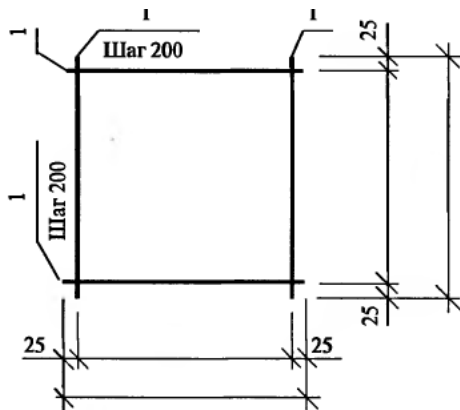


Рис. 2 Конструкция арматурной сетки

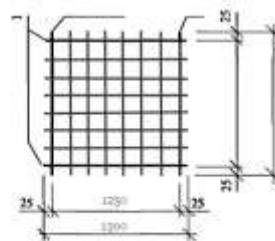


Рис. 2 Конструкция арматурной сетки

9. Проверяем фундамент на продавливание, определяем как размеры расчетного сечения при продавливании:

$$a = b = h_c + h_0 = 35 + 105 = 140 \text{ см}.$$

**Вывод:** Теперь размеры основания расчетного сечения при продавливании равны размерам подошвы фундамента, прочность на продавливание считается обеспеченной.

## **Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

### Основные источники:

1. Схиртладзе А.Г. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: в 2 ч. Ч.1. – М.; Академия, 2017г.
2. Схиртладзе А.Г. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: в 2 ч. Ч.2. – М.; Академия, 2017.

### Дополнительные источники:

1. Воронкин Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования (4-е изд., стер.) учебник: - М: ИЦ «Академия», 2012.

### Интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс «Токарное дело». Форма доступа:  
<http://www.aspar.com.ua/tokarnoedelo/>
2. Электронный курс «Монтаж и ремонт оборудования отрасли» Форма доступа: [http://e-le.lcg.tpu.ru/public/MER\\_ier8/index.html](http://e-le.lcg.tpu.ru/public/MER_ier8/index.html) WEB СТ ТПУ