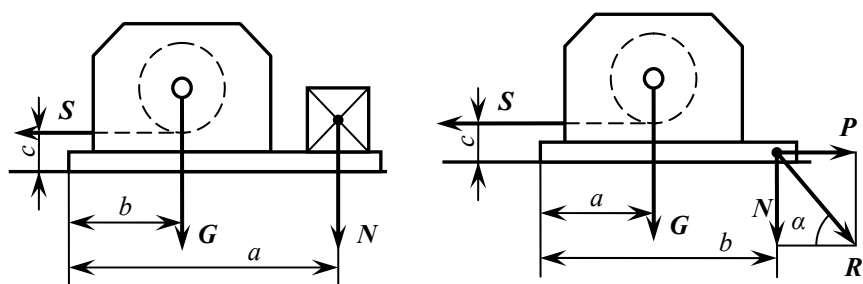


# ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ И МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

## ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ И МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Программа, методические указания и  
задания по выполнению контрольных работ  
для студентов 6 курса заочного факультета  
специальности 260601



---

Тамбов  
◆ Издательство ТГТУ ◆  
2006

УДК 664  
ББК Л81-5-08я73-5  
Я936

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент ТГТУ  
*В.Я. Борщев*

Составители:

*А.Д. Яцков, Н.Ю. Холодилин, О.А. Холодилина*

Я936      Диагностика, ремонт и монтаж оборудования пищевой промышленности : программа, методические указания и задания по выполнению контрольных работ / сост. : А.Д. Яцков, Н.Ю. Холодилин, О.А. Холодилина. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 16 с. – 100 экз.

Дана программа, методические указания и задания по выполнению контрольных работ для студентов 6 курса заочного факультета специальности 260601.

УДК 664  
ББК Л81-5-08я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2006

Учебное издание

## ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ И МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Программа, методические указания и задания  
по выполнению контрольных работ

Составители:

ЯЦКОВ Анатолий Дмитриевич  
ХОЛОДИЛИН Николай Юрьевич  
ХОЛОДИЛИНА Оксана Александровна

Редактор В.Н. Митрофанова  
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 18.10.2006  
Формат 60 × 84 / 16. Бумага газетная. Гарнитура Times New Roman.  
0,86 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ № 555

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## **ВВЕДЕНИЕ**

Весь курс «Диагностика, ремонт и монтаж оборудования пищевой промышленности» состоит из двух основных частей:

1. Монтаж оборудования.
2. Диагностика и ремонт оборудования.

Студенты 6 курса заочного факультета специальности 260601 при изучении данного курса выполняют контрольные работы и в дальнейшем свои знания претворяют при выполнении курсового и дипломного проектирования по своей специальности.

### **Тема 1. НАЗНАЧЕНИЕ КУРСА «ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ И МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

#### **Программа**

Задачи курса. Организация монтажных работ. Общие принципы организации монтажных работ. Способы производства монтажных работ. Подготовка к монтажу. Приемка и хранение оборудования. Документация на оборудование. Методы монтажа оборудования: поточно-совмещенный, последовательный, комплектно-блочный, крупно-блочный, поточно-узловой, бесподкладочный.

#### **Методические указания**

При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на организацию проведения монтажных работ и выбора метода монтажа.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие ставятся задачи перед инженером пищевой промышленности по вопросам ремонта и монтажа?
2. В чем заключается подготовка к проведению монтажных работ?
3. Назовите основные способы производства монтажных работ.
4. Назовите основные методы монтажа.
5. Назовите основные требования при приемке оборудования к монтажу.

### **Тема 2. ДОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

#### **Программа**

Перевозка оборудования и грузоподъемных средств на монтажную площадку. Перемещение оборудования и конструкций в пределах строящегося (реконструируемого) предприятия. Грузоподъемные средства для перемещения и монтажа технологического оборудования.

#### **Методические указания**

Изучить способы транспортировки оборудования от завода изготовителя до монтажной площадки.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какими видами транспорта производится доставка оборудования на объект монтажа.
2. Какие требования необходимо соблюдать при перевозке оборудования железнодорожным транспортом.
3. В каких случаях производится транспортировка водным транспортом?
4. Какое оборудование допускается транспортировать наплаву при помощи буксировки?
5. Какое грузоподъемное устройство применяется при перемещении оборудования в пределах монтажной площадки?

### **Тема 3. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И МОНТАЖА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

#### **Методические указания**

Изучить конструкции грузоподъемных средств, знать их грузоподъемность. Когда и какое грузоподъемное устройство находит применение при монтажных работах.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Когда находят применение грузоподъемные мачты?
2. Какие конструкции мачт применяются при монтаже оборудования?
3. Чем отличаются порталы от мачт?
4. В каких случаях находят применение мачтовые краны?
5. Какими преимуществами обладают треноги и шевры?

### **Тема 4. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ**

### **Методические указания**

Изучить такелажные работы и основные требования при проведении такелажных работ. Знать основную такелажную оснастку и методы ее расчета. Изучить конструкции такелажных приспособлений: пеньковые канаты, стальные канаты, стропы, приспособления для захвата оборудования, сжимы, рым-болты, коуши, блоки, талрепы, полиспасты, траверсы, стрелы.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое такелажные работы?
2. Какие основные требования предъявляются при проведении такелажных работ?
3. Когда применяются пеньковые канаты и стальные?
4. Какое основное назначение полиспастов?
5. Когда применяются траверсы?

### **Тема 5. СТРОПОВКА ОБОРУДОВАНИЯ. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТАХ, ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ И НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ЧИСТЫХ ПОЛАХ**

#### **Методические указания**

Изучить способы строповки вертикальных и горизонтальных аппаратов. Стropовку машин и механизмов. Знать технологию изготовления фундаментов. Изучить способы крепления оборудования к фундаментам.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Назовите основные требования при строповке оборудования.
2. Под каким углом накладываются стропы?
3. Из какого материала изготавливается фундамент?
4. Основные требования при сдаче фундамента под монтаж оборудования.
5. Каким способом производится установка оборудования на фундамент и что является крепежным приспособлением?

### **Тема 6. МОНТАЖ АППАРАТОВ КОЛОННОГО ТИПА И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОДЪЕМА КОЛОННЫХ АППАРАТОВ ПРИ НАЛИЧИИ МАЧТ**

#### **Методические указания**

Изучить основные методы подъема колонных аппаратов. Знать основные требования подъема колонных аппаратов и установки их на фундамент. Изучить особенности спаренного подъема колонных аппаратов. Какие требования предъявляются при монтаже внутренних устройств колонных аппаратов: загрузка насадки, установка контактных устройств тарельчатого типа.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключается сложность подъема колонных аппаратов?
2. Назовите основные особенности спаренного подъема колонных аппаратов.
3. Каким образом проверяется горизонтальность установки тарелок?
4. Каким способом производится загрузка насадки в насадочные колонны?
5. Как проверяется вертикальность установки колонных аппаратов?

### **Тема 7. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ**

#### **Программа**

Основные требования при монтаже. Детали трубопроводов и соединение труб. Требования при проведении монтажа трубопровода. Конструкции компенсаторов.

#### **Методические указания**

Изучить способы монтажа трубопроводов. Основные требования при прокладке технологического трубопровода в цехах. Знать, в каких случаях необходима установка на трубопроводах компенсаторов.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Для каких целей производится прокладка трубопровода?
2. Назовите основные требования при прокладке трубопровода.
3. Требуется ли заземление трубопровода?
4. Назовите основные способы соединения трубопровода.
5. Назовите, в каких случаях ставятся компенсаторы на трубопроводах.

### **Тема 8. МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### **Программа**

Монтаж компрессоров, сепараторов, центрифуг, вальцовых дробилок, хлебопекарной печи, сушилки КС.

### **Методические указания**

Изучить конструкции технологического оборудования. Проверить его комплектность и документацию на оборудование. Не имеются ли какие повреждения при транспортировке оборудования. Знать, основные требования при установке оборудования на фундаменты и его испытание.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите порядок монтажа компрессора.
2. Назовите основные особенности монтажа сепаратора и центрифуги.
3. Чем отличается монтаж сепараторов и центрифуг от вальцовых дробилок?
4. Какие основные сложности монтажа хлебопекарной печи?
5. Назовите порядок монтажа сушилки.
6. Чем отличаются испытания машины от аппаратов?

## **Тема 9. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

### **Программа**

Организация ремонта оборудования. Общие требования проведения ремонта. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР). Технический уход за оборудованием. Виды ремонта: текущий, капитальный и внеплановый.

### **Методические указания**

Знать организацию и проведение ремонта оборудования, т.е. подготовку к проведению ремонтных работ. Что входит в подготовку проведения ремонтных работ. Где будут проводиться ремонтные работы: непосредственно в цеху или в РМЦ.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключается организация проведения ремонтных работ?
2. Кто проводит ремонтные работы?
3. Кто отвечает за качество ремонтных работ?
4. Что означает ППР?
5. Что необходимо подготовить для проведения ремонта оборудования?
6. Чем отличается текущий ремонт от капитального?
7. К какому виду ремонта приравнивается внеплановый ремонт?
8. В чем заключается техническое обслуживание технологического оборудования?

## **Тема 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ**

### **Программа**

Проведение дефектации и составление дефектной ведомости. Основные методы и способы проведения ремонта. Прогрессивные способы организации ремонта. Планирование ремонта. Межремонтные циклы. Техническое диагностирование оборудования.

### **Методические указания**

Уметь проводить дефектацию оборудования и составлять дефектную ведомость. Как проводится техническое диагностирование. Знать наиболее прогрессивные способы организации ремонта, цикличность проведения ремонта.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите основную техническую документацию.
2. Какое назначение дефектной ведомости?
3. Как составляется дефектная ведомость?
4. Назовите методику проведения диагностирования.
5. Назовите основные циклы проведения ремонта.

## **Тема 11. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ**

## **Программа**

Организационно-техническая и материально-техническая подготовка ремонта. Основные ремонтные операции. Механизация ремонтных операций. Дефектация деталей.

### **Методические указания**

Рассмотреть, в чем заключается организационно-техническая и материально-техническая подготовка к ремонту. Что входит в основные ремонтные операции. В чем заключается механизация ремонтных операций, и какие ее преимущества. Уметь проводить дефектацию деталей.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие службы обеспечивают разработку годовых и месячных планов-графиков профилактических осмотров и ремонтов?
2. Что входит в состав материально-технической подготовки ремонтных работ?
3. Назовите основные ремонтные операции.
4. Цель дефектации деталей.
5. На какие группы сортируются детали?

## **Тема 12. ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ**

### **Программа**

Виды износа: нормальный, аварийный, химический, абразивный, эрозия, износ схватыванием металла. Основные причины, влияющие на износ деталей оборудования: качество материала деталей и обработки поверхностей деталей; смазка; скорость движения деталей и удельное давление; нарушение жесткости в неподвижных соединениях и насадках а также взаимоположения деталей в сопряжениях.

### **Методические указания**

Знать основные виды износа. Какие основные причины влияют на износ деталей.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что означает нормальный и аварийный износ деталей?
2. От чего зависит химический и абразивный износ?
3. Суть износа эрозией и схватыванием металла.
4. Какая зависимость между качеством материала деталей и износом?
5. Какое оказывает влияние на износ деталей качество обработки деталей?
6. Какое назначение смазки в трущихся частях деталей?
7. Как скорость движения деталей действует на их износ?

## **Тема 13. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

### **Программа**

Ремонт с установкой добавочных деталей и компенсаторов. Ремонт деталей сваркой, наплавкой и пайкой. Наплавка. Ремонт деталей пайкой. Ремонт деталей с применением давления (способом пластической деформации). Осадка, раздача, обжим, правка, накатка и чеканка.

### **Методические указания**

Изучить основные способы восстановления деталей. Знать какой из способов наиболее эффективный и имеет малые затраты на восстановление деталей.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Когда применяется сварка и наплавка?
2. Чем отличается наплавка от пайки?
3. Какие материалы применяются при пайке?
4. Как производится восстановление деталей при помощи осадки и раздачи?
5. Каким образом производится способ правки, и каких деталей?
6. В каких случаях применяется восстановление деталей способом накатки?
7. Чем отличается накатка от чеканки?

## **Тема 14. РЕМОНТ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ОБОРУДОВАНИЯ**

## Программа

Ремонт оборудования для измельчения: костедробилок, вальцовых дробилок, подвесной центрифуги, аппарата для тепловой обработки пищевых продуктов (теплообменников и выпарных аппаратов), хлебопекарной печи, насосов, компрессоров.

### Методические указания

Изучить особенности ремонта оборудования пищевых производств. Технически грамотно провести подготовку оборудования к ремонту. Научиться правильно проводить разборку оборудования для проведения ремонта. Умение проводить чистку и диагностику оборудования.

### Вопросы для самоконтроля

1. С чего начинается подготовка оборудования к ремонту?
2. Какой порядок разборки и сборки оборудования после ремонта?
3. Как производится маркировка оборудования?
4. Назовите основные способы чистки поверхности нагрева в теплообменной аппаратуре.
5. Каким способом производится ремонт вмятин и выпучин на аппаратах?
6. Назовите основные способы обнаружения трещин в деталях.
7. Назовите основные типы трещин.

## Тема 15. ИСПЫТАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

### Программа

Испытание аппаратов на герметичность гидравлическим способом и пневматическим. Испытание аппаратов давлением пробным и рабочим. Особенность испытания аппаратов пневматическим способом. Испытание машин, механизмов и аппаратов с приводом вхолостую и под нагрузкой.

### Методические указания

Изучить способы испытания аппаратов и машин: порядок проведения испытания аппаратов гидравлическим и пневматическим способами, последовательность испытания машин и различных механизмов вхолостую и под нагрузкой. Режим испытания аппаратов и машин. В какой документации фиксируются режимы и испытания, кем производится сдача и приемка оборудования после испытания.

### Вопросы для самоконтроля

1. Изобразите схему установки для проведения гидравлическим способом испытания на герметичность аппарата.
2. Какие параметры необходимо фиксировать при проведении испытания на герметичность?
3. Расскажите порядок проведения испытания на герметичность.
4. В каких случаях производится испытание аппаратов пневматическим способом и его особенности?
5. Какие вы знаете виды испытания машин и механизмов?
6. Кто проводит все виды испытания оборудования?
7. Кто сдает и кто принимает оборудование после испытания?
8. Какой документ оформляется после испытания оборудования?

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

При изучении данной дисциплины студент заочник обязан выполнить две контрольные работы. Одна контрольная работа по монтажу оборудования и вторая контрольная работа по ремонту оборудования. При выполнении контрольных работ студент должен показывать свои практические навыки в расчетах монтажной и такелажной оснастки, а также по ремонту отдельных деталей и ответить на ряд вопросов по изучаемому предмету.

Выполненное контрольное задание должно содержать:

- 1) титульный лист (фамилия и инициалы студента, группа, номер зачетной книжки);
- 2) ответы на контрольные вопросы;
- 3) полное описание содержания задачи;
- 4) расчетную схему;
- 5) результаты расчета;
- 6) выводы по работе;
- 7) список используемых источников.



Рассчитать инвентарный наземный якорь, установленный на плотном сыром черноземе, для крепления полиспаста с усилием  $N$  (кН), наклоненного к горизонту под углом  $\alpha$ , ° (табл. 1).

Таблица 1

Вариант	Усилие $N$ , кН	Угол, град.	Масса блока $g$ , т	Коэффициент устойчивости от сдвига $K_{yc}$	Коэффициент трения $f$	Коэффициент опрокидывания $K_{yo}$	Плечо удерживающий момент от массы $b$
1	200	40	4,0	1,5	0,785	1,4	0,5
2	180	42	3,5	1,5	0,895	1,4	0,5
3	190	44	3,8	1,5	0,990	1,4	0,5
4	230	43	4,5	1,5	0,790	1,4	0,5
5	240	25	4,6	1,5	0,800	1,4	0,5
6	235	35	4,5	1,5	0,820	1,4	0,5
7	220	40	4,4	1,5	0,825	1,4	0,5
8	250	42	4,8	1,5	0,830	1,4	0,5
9	240	35	4,2	1,5	0,835	1,4	0,5
10	205	40	4,0	1,5	0,900	1,4	0,5
11	210	45	4,4	1,5	0,920	1,4	0,5
12	220	43	4,5	1,5	0,925	1,4	0,5
13	245	42	4,6	1,5	0,930	1,4	0,5
14	250	41	4,7	1,5	0,940	1,4	0,5
15	260	40	4,8	1,5	0,945	1,4	0,5
16	185	39	4,0	1,5	0,990	1,4	0,5
17	195	35	4,1	1,5	0,995	1,4	0,5
18	185	40	4,2	1,5	0,992	1,4	0,5
19	210	45	4,5	1,5	0,991	1,4	0,5
20	220	40	4,1	1,5	0,993	1,4	0,5

### Методические указания

При выполнении контрольной работы необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое грузоподъемное устройство применяется при проведении монтажных работ?
2. Назовите основную такелажную оснастку.
3. Назовите назначение фундаментов.

Расчет наземного инвентарного якоря состоит в определении его массы, обеспечивающей устойчивость якоря от сдвига и опрокидывания (рис. 1).

Для этого:

1. Определяем суммарную массу железобетонных массивов, обеспечивающую устойчивость якоря от сдвига, т

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

где  $N_1$  и  $N_2$  – горизонтальная и вертикальная составляющие усилия в тяге  $N$ , кН, при угле наклона тяги к горизонту  $\alpha$ ;  $N_1 = N \cos \alpha$ ,  $N_2 = N \sin \alpha$ ;  $f$  – коэффициент трения скольжения якоря по грунту;  $k_{yc}$  – коэффициент запаса устойчивости якоря от сдвига:  $k_{yc} = 1,5$ .

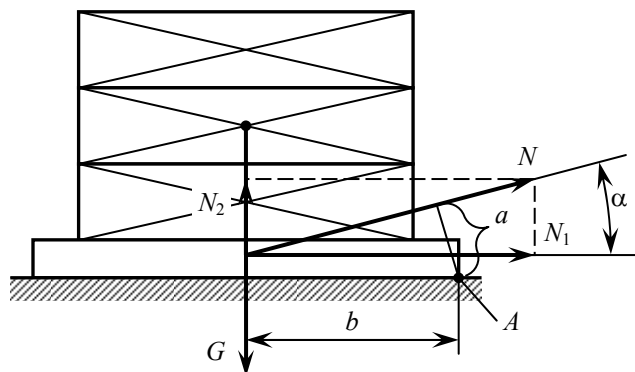


Рис. 1. Расчетная схема к заданию 1

Для якорей с металлическими рамами опытным путем получаем коэффициент трения  $f$  для разных грунтов в случае приложения усилия к якорю под наиболее выгодным углом  $\alpha = 27^\circ 40'$ :

для песка сухого утрамбованного.....0,785 – 0,835  
 для чернозема плотного сырого.....0,895 – 0,955  
 для получернозема сырого.....0,990 – 0,995

Если рама якоря, не имеющая шипов или упорных стенок из швеллеров, устанавливается на твердом покрытии, то коэффициент трения скольжения принимается равным  $f = 0,5$ .

2. Подсчитываем необходимое количество бетонных блоков выбранных размеров и масс  $g$

$$m = G/g .$$

3. Проверяем якорь на устойчивость от опрокидывания относительно ребра  $A$

$$10Gb > k_{y.o} Na ,$$

где  $b$  – плечо удерживающего момента от массы якоря, м, равные 0,5 длины рамы;  $k_{y.o}$  – коэффициент устойчивости якоря от опрокидывания;  $k_{y.o} = 1,4$ ;  $a$  – плечо опрокидывающего момента от усилия  $N$  в тяге, м ( $a = b \sin \alpha$ ).

## Контрольная работа 2

Определить количество болтов из стали 45 повышенной точности для крепления проушин к балке для установки блоков при проведении ремонтных работ, изготовленных из листовой стали Ст3 толщиной  $\delta$ , мм. К проушинам приложено усилие  $N$ , кН, болтовое соединение работает на срез. Проверить на прочность болтовое крепление проушин повышенной точности диаметром болтов  $\alpha$  из стали 45, работающих на срез (табл. 2).

Таблица 2

Вариант	Усилие на срез $N$ , кН	Диаметр стержня болтов $d$ , мм	Расчетное сопротивление болтовому соединению $R_{ср}$ , МПа	Толщина стенок проушин $\delta$ , мм
1	160	16	230	14
2	155	12	230	13
3	145	16	230	12
4	150	12	230	14
5	170	16	230	16
6	175	14	230	17
7	180	12	230	18
8	185	14	230	15
9	160	16	230	16
10	165	12	230	17
11	170	14	230	18
12	175	12	230	20
13	180	14	230	18
14	170	16	230	16
15	180	12	230	14
16	185	14	230	13
17	165	16	230	15
18	160	14	230	16
19	170	12	230	17
20	180	14	230	18

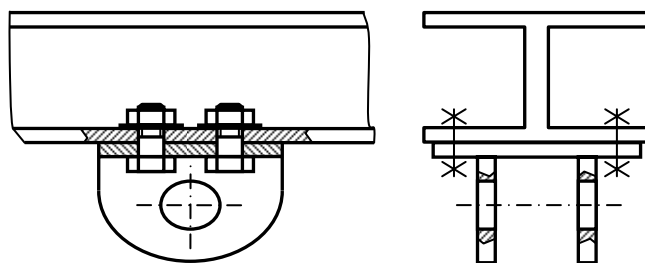


Рис. 2. Расчетная схема к заданию 2

### Методические указания для выполнения контрольной работы 2

Перед выполнением контрольной работы 2 необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Назовите основные виды ухода за оборудованием и основные виды ремонта.
2. Назовите основные методы проведения ремонта оборудования.
3. Чем отличается испытание аппаратов от машин и различных механизмов?

В зависимости от характера работы болты рассчитываются на срез, смятие и растяжение. Соединения на болтах нормальной точности применяются в тех случаях, когда болты работают на растяжение. При работе на срез соединение выполняется на болтах повышенной точности.

В болтовых соединениях расстояния между центрами болтов должно быть не менее  $3d$  (здесь  $d$  – диаметр отверстия для болта) и не более  $8d$  или  $12\delta$  (здесь  $\delta$  – толщина тонкого наружного элемента). Расстояние от центра болта до края элемента принимается минимальным вдоль усилия –  $2d$  и поперек усилия –  $1,5d$ , максимальным – соответственно  $4d$  и  $8\delta$ .

Часто на практике приходится задаваться диаметром болтов и путем расчета определить их необходимое количество. Эти расчеты выполняют, используя следующие формулы в зависимости от работы болтового крепления:

$$\text{на срез} \quad n \geq \frac{4N}{n_{\text{ср}} \pi d^2 m \cdot 0,1 R_{\text{ср}}^{\delta}};$$

$$\text{на смятие} \quad n \geq \frac{N}{d \sum \delta m \cdot 0,1 R_{\text{см}}^{\delta}};$$

$$\text{на разрыв} \quad n \geq \frac{N}{F_{\text{нт}} m 0,1 R_{\text{р}}^{\delta}},$$

где  $N$  – расчетное усилие, кН, с учетом всех нагрузок, действующих на грузоподъемное приспособление (массы поднимаемых грузов и такелажных приспособлений, усилия в оттяжках и расчалках), а также коэффициентов перегрузки  $k_{\text{п}} = 1,1$  и динамичности  $k_{\text{д}} = 1,1$ ;  $n$  – число болтов в соединениях,  $n_{\text{ср}}$  – число срезов одного болта;  $d$  – наружный диаметр стержня болта, см;  $\sum \delta$  – наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении, см;  $F_{\text{нт}}$  – площадь сечения болта (нетто), определяемая в зависимости от диаметра стержня болта;  $m$  – коэффициент условий работы,  $m = 0,85$ ;  $R_{\text{ср}}^{\delta}$ ,  $R_{\text{см}}^{\delta}$ ,  $R_{\text{р}}^{\delta}$  – расчетные сопротивления болтовых соединений, соответственно при срезе, смятии и растяжении, МПа (определяются по табл. 3 для расчетных сопротивлений сварных соединений). Учитывая наибольшее расчетное количество болтов в соединении, необходимо округлять до ближайшего большего числа (например, если получили  $n = 3,2$  шт., то принимаем  $n = 4$ ).

Прочность болтового соединения на срез определяется по формуле

$$\frac{N}{n \cdot n_{\text{ср}} \pi d^2 / 4} \leq m R_{\text{ср}}^{\delta}.$$

Таблица 3

Сварные соединения	Напряженное состояние	Условные обозначения	Расчетные сопротивления, МПа, сварных соединений в конструкциях из стали класса			
			С 38/23	С 44/29	С 46/33	С 52/40
Встык	Сжатие	$R_{\text{с}}^{\text{св}}$	210	260	290	340
	Растяжение при полуавтоматической и ручной сварке	$R_{\text{р}}^{\text{св}}$	180	220	250	340
	Срез	$R_{\text{ср}}^{\text{св}}$	130	150	170	200
Угловые швы	Срез	$R_{\text{у}}^{\text{св}}$	150	180	200	220

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин, Д.М. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д.М. Гальперин, Г.В. Миловидов. – М. : ВО Агропромиздат, 1990. – 399 с.
2. Лазарев, И.А. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности / И.А. Лазарев. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 224 с.
3. Котляр, Л.И. Основы монтажа, эксплуатации и ремонта технологического оборудования / Л.И. Котляр. – М. : Колос, 1977. – 272 с.
4. Иноземцев, Д.П. Ремонт и монтаж оборудования предприятий химических волокон / Д.П. Иноземцев. – М. : Химия, 1974. – 296 с.
5. Ермаков, В.И. Ремонт и монтаж химического оборудования / В.И. Ермаков. – Л. : Химия, 1981. – 368 с.
6. Фармазов, С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов / С.А. Фармазов. – М. : Химия, 1980. – 312 с.