

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ижевский государственный технический университет» имени  
М.Т.Калашникова  
(ФГБОУ ВПО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова)

# ***КУРСОВОЕ (ДИПЛОМНОЕ) ПРОЕКТИРОВАНИЕ***

*для обучающихся в системе интеграции непрерывного  
профессионального образования СПО и высшего  
профессионального образования*

Методическое пособие по выполнению курсовых (дипломных) проектов  
по дисциплинам:

«Буровое оборудование» (СПО)

«Нефтегазопромысловое оборудование» (СПО)

«Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин» (ВПО)

«Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа» (ВПО)

для специальностей

**ВПО:** Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

**СПО:** Бурение нефтяных и газовых скважин

Машины и оборудование нефтяных и газовых скважин

**СПО:** Помощник бурильщика эксплуатационного и разведочного бурения

Оператор по добыче нефти и газа

Одобрено экспертным советом  
межрегиональной лаборатории НИИРПО г. Москва.  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ижевск, 2010

**Методическое пособие рассмотрено и одобрено:**

- на заседании объединенного научно-методического совета Ресурсного центра подготовки кадров для нефтяной и газовой промышленности Удмуртии при АПОУ УР «ТЭК», НОУ СПО «Нефтяной техникум»

- на предметно-цикловой комиссии общепрофессиональных и специальных дисциплин ОУ ССПО «Нефтяной техникум»

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

- на заседании кафедры «Тепловые двигатели и установки» ИжГТУ

Протокол от № 31 от 31.08.10 г.

**Автор и составитель:** А.В. Волохин, руководитель Ресурсного центра подготовки кадров для нефтяной и газовой промышленности Удмуртии, преподаватель специальных дисциплин, инженер-механик (нефтяник), к.п.н.

**Редактор:** М.В. Степанова, методист Ресурсного центра подготовки кадров для нефтяной и газовой промышленности Удмуртии

**Рецензенты:**

А.В. Алиев, зав. кафедрой ИжГТУ «Тепловые двигатели и установки», д.ф-мат..н.

В.Д. Лютиков, заместитель генерального директора ОАО «Буровые системы»

Д.В. Арсибеков, начальник НГДУ-2 ОАО «Белкамнефть» НК «Руснефть»

Г.Г. Гудков, преподаватель спецдисциплин НОУ СПО «Нефтяной техникум», горный инженер-нефтяник

Махмуд Хадид, руководитель отделения нефтепромыслового оборудования факультета химии и нефтяного оборудования университета Аль-Бааф, г. Хомс, Сирия

Имад Нуфал, декан по науке факультета химии и нефтяного оборудования университета Аль-Бааф, г. Хомс, Сирия

Методическое пособие составлено в соответствии с рабочими программами по дисциплинам «Буровое оборудование» (СПО), «Нефтегазопромысловое оборудование» (СПО), «Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин», «Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин» (ВПО), «Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа» (ВПО) и предназначено для выполнения курсовых проектов по вышеуказанным дисциплинам. Структура методического пособия разработана с учетом требований методических указаний, рекомендованных УМО СПО и вузов. В методическом пособии освещены тематика, состав, структурное построение, общие правила оформления курсового (дипломного) проектирования и содержание основных разделов курсовых (дипломных) проектов. Методическое пособие также может быть использовано для выполнения лабораторных, практических и выпускных квалификационных работ по

профессиям «Помощник бурильщика эксплуатационного и разведочного бурения», «Оператор по добыче нефти и газа».

## СОДЕРЖАНИЕ:

|                                      | Стр. |
|--------------------------------------|------|
| ВВЕДЕНИЕ                             | 4    |
| 1. ТЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ           | 5    |
| 2. СТРУКТУРА ПРОЕКТА                 | 7    |
| 2.1. Задание                         | 7    |
| 2.2. Введение                        | 10   |
| 2.3. Содержание разделов             | 10   |
| 2.3.1. <i>Общий раздел</i>           | 10   |
| 2.3.2. <i>Технический раздел</i>     | 11   |
| 2.3.3. <i>Организационный раздел</i> | 19   |
| 2.4. Графическая часть проекта       | 27   |
| 3. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА                | 27   |
| 4. ПРИЛОЖЕНИЯ                        | 33   |

## ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие, является сборником основных направлений методического обеспечения системного подхода к выполнению курсового, а впоследствии и дипломного проектов для студентов, обучающихся по специальностям СПО и ВПО: Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов; Бурение нефтяных и газовых скважин; Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин.

Проектирование выполняется студентами после изучения теоретического курса дисциплин общепрофессионального и специального цикла.

К структуре методического пособия относится:

- тематика проектирования;
- требования к выполнению разделов пояснительной записки проекта;
- примеры выполнения расчетов, технологического процесса, процессов реставрации (ремонта) деталей и оборудования,
- требования к оформлению разделов пояснительной записки проекта;
- приложения в виде таблиц, содержащих сведения о конструкционных материалах, допусках и посадках, стандартных профилях, упорных резьбах, некоторых элементов передач и т.д.

В связи с тем, что тематика проектирования достаточно разнообразна, невозможно представить в данном пособии конкретных методических указаний по расчетам, эксплуатации и методам ремонта и монтажа оборудования, имеющегося в перечне тем. Они достаточно хорошо изложены в изданной технической литературе, список которой приводится в разделе литература. Поэтому студент, изучивший предметы общепрофессионального цикла, выполнивший проект (детали машин) по проектированию редуктора, должен иметь навыки применения методик проектировочных и прочностных расчетов, выполнения маршрутных карт ремонта и изготовления деталей, выполнения сборочных и рабочих чертежей.

Общая направленность в работе над проектированием заключается в создании целостного технического документа, раскрывающего сущность технологического процесса, указанного в задании на проектирование, в частности:

1. Описание и технические требования к агрегатным узлам, машинам и отдельным деталям.
2. Расчет бурового (эксплуатационного) оборудования.
3. Безопасность труда при обслуживании, ремонте, монтаже технологических систем, модулей и узлов бурового (эксплуатационного) оборудования
4. Технологические особенности бурения, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин.

Проект должен предполагать наличие творческого подхода в решении

определенных технических проблем, связанных с темой. Это, как правило, проектирование приспособлений и механизмов для механизации трудоемких процессов обслуживания, ремонта, монтажа, изготовления и испытания, рассматриваемого в проекте оборудования, исследование и усовершенствованию элементов бурового оборудования. Не исключается разработка проекта в виде нового технологического решения или технологического процесса (в этом случае возможно комплексное выполнение проекта несколькими студентами). Не исключается выполнение студентами отдельного раздела по использованию и проектированию новых технических средств в нефтедобычи и в бурении нефтяных и газовых скважин, причем отдельные пункты задания (на усмотрение преподавателя) могут быть сокращены или дополнены новым содержанием.

Важной проблемой является рассмотрение в проекте вопросов безопасности проведения работ, влияние технологических процессов на окружающую среду и мер по ее защите.

Проект должен выполняться под руководством преподавателя спецдисциплин, который должен систематизировать работу студента и оказать консультационную помощь в поиске недостающей информации для выполнения проекта.

При заполнении формы задания, необходимо определиться в направлении тематики проектирования и, исходя из наличия представленного материала, конкретизировать все разделы и пункты задания.

## **2. СТРУКТУРА ПРОЕКТА**

### **2. 1. Задание**

2.1 Форма задания, таблица 1.

2.2 При заполнении бланка задания, необходимо определиться в направленности тематики и, исходя из наличия представленного материала, конкретизировать все разделы и пункты задания.

Задание на курсовое проектирование должно включать выполнение трех разделов пояснительной записки объемом не менее 25 (для студентов СПО) и не менее 50 листов (для студентов ВПО) и графической части на листах формата А1. Объем задания для выполнения дипломного проектирования не менее 50 листов для студентов СПО и не менее 90 листов для студентов ВПО.

### **ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Студента гр. \_\_\_\_\_ ФИО \_\_\_\_\_

предмет «Техника и технология бурения и эксплуатации нефтяных и газовых скважин»

ТЕМА: \_\_\_\_\_

|                                                                                                                                                                  |                                                  |                                           |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Эксплуатация, обслуживание, (ремонт) бурового и нефтегазового промышленного оборудования. Техника и технология бурения и эксплуатации нефтяных и газовых скважин | Механизация эксплуатации, обслуживания и ремонта | Монтаж (демонтаж), установка оборудования | Проектирование и изготовление оборудования |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|

*Нужное подчеркнуть*

**Таблица 1**

### Вопросы

| 1.ОБЩИЙ РАЗДЕЛ                                                                                                                                                                                   | 2.ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3.ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1. Назначение, основные условия эксплуатации оборудования (на объектах бурения и эксплуатации) нефтяных и газовых месторождений. Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин | 2.1. Исходные данные для проектирования. Внутрипластовое и гидростатическое давление на забое скважины. Технологические особенности бурения, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Сведения о материалах, нагрузках на оборудование и габаритных размерах оборудования и т.д. | 3.1 Организационные и технико-технологические мероприятия по эксплуатации, обслуживанию и ремонту нефтегазового промышленного и бурового оборудования или ликвидации аварии с использованием этого оборудования |
| 1.2 Конструкция и технические параметры проектируемых и эксплуатируемых машин и механизмов. Типовые схемы установки оборудования на объектах эксплуатации                                        | 2.2 Расчеты оборудования на прочность. Техно-технологические расчеты процессов при эксплуатации проектируемого оборудования, машин, механизмов (в том числе в сложных и аварийных ситуациях)                                                                                                  | 3.2 Технологический процесс эксплуатации _____ обслуживания _____ ремонта _____ монтажа _____ изготовления _____                                                                                                |
| 1.3 Принцип действия                                                                                                                                                                             | 2.3 Проектирование и эксплуатация                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.3 Технологический процесс эксплуатации монтажа или                                                                                                                                                            |

<sup>1</sup> Разработка темы в области ремонта определяется на усмотрение преподавателя

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| оборудования.<br>Технологические условия бурения, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин | приспособлений для механизации работ (на усмотрение преподавателя)                                                                                                                                      | ремонта машин и оборудования или отдельных деталей узлов (на усмотрение преподавателя)<br>_____<br>_____                                                                                    |
| 1.4 Характер разрушения основных деталей (анализ причин)                                               | 2.4 Применение новых технических средств и технологий в сочетании со специальными видами оборудования (например, с противовыбросовым оборудованием, с колтюбингом и т.д) (на усмотрение преподавателя.) | 3.4 Оснащенность участков (на усмотрение преподавателя)<br>ремонтных _____<br>монтажных _____<br>сборочных _____                                                                            |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         | 3.5 Испытание оборудования для _____                                                                                                                                                        |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         | 3.6 Охрана труда. Правила промышленной безопасности при производстве работ:<br>а) эксплуатации, обслуживании _____<br>б) ремонте _____<br>в) монтаже (на усмотрение преподавателя)<br>_____ |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         | 3.7 Охрана окружающей среды при проведении работ по эксплуатации объекта, ремонта и монтажа бурового и нефтегазопромыслового оборудования, предохранительных противоаварийных систем.       |

*Примечание:* пункты задания для удобства можно объединить в один раздел (например, 2.1 и 2.2 – в 1 раздел), вместо разделов 3.4 и 3.5 допустимо выполнение одного раздела с изменением его названия и ведения нового содержания, например: Организационные требования к разработке, эксплуатации и ремонту оборудования. Новые технические средства и технологические особенности их эксплуатации.

*Экономическое обоснование проекта выполняется отдельным разделом. В разделе учитывается возможность снижения экономического эффекта от неисправности и несовершенства описываемого оборудования, снижение экономического эффекта от возможных аварий, представляются выводы и рекомендации по увеличению экономической эффективности по результатам внедрения дипломного (курсового) проекта.*

## **2.2. Введение**

Введение должно содержать сведения: по основным направлениям развития нефтегазовой промышленности в РФ, введение в эксплуатацию новых месторождений, внедрению новых образцов нефтегазового оборудования, средств транспорта и хранения нефти и газа, об общих вопросах и состояниях оборудования, указанного в названии проекта, проблемах, связанных с его эксплуатацией; ремонтах, монтажах, об общем состоянии технической базы при производстве буровых и эксплуатационных работ.

## **2.3. Содержание разделов**

### **2. 3.1 Общий раздел**

**(в задании на курсовое (дипломное) проектирование – раздел 1)**

Может содержать 3 пункта.

*2.1.1 "Назначение и основные условия эксплуатации оборудования (на объектах бурения эксплуатации)"*

Студентом описывается назначение и основные технико-технологические условия эксплуатации узлов и механизмов машин и оборудования при бурении, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Причем описание сопровождается иллюстрациями и ссылками на них в тексте. Или же ссылки должны быть на чертежах и схемах графической части с конкретным указанием позиций и названием деталей и т.д.

Раскрывая условия эксплуатации, студент указывает, где и в каких условиях применяется данная машина, (комплекс оборудования) место ее установки, особенности нагружения деталей, воздействия технологических сред, климатических условий, других факторов и т.д.

*2.1.2 "Конструкция и технические параметры проектируемых и эксплуатируемых машин и механизмов. Типовые схемы установки оборудования на объектах эксплуатации"*

Как правило, сведения берутся из технического паспорта или учебно-справочной литературы. Эти сведения должны формировать у студента представление о технических возможностях и области применения машин и

оборудования.

### *3.1.3 "Принцип действия "*

Выполняется при необходимости. Подчеркиваются особенности принципа действия машин, механизмов или приспособлений. Текст сопровождается кинематическими, гидравлическими, пневматическими и другими схемами. Особенно это важно, если работа связана с проектированием приспособлений для ремонта, испытания, монтажа и т. д.

### *3.1.4 "Характер разрушения основных деталей оборудования (анализ причин)"*

Анализ причин разрушения обязательно присутствует, если проект связан с ремонтом машин и оборудования, подземным ремонтом нефтяных и газовых скважин. Студент описывает основные детали и определяет механизм их разрушения; изломы и деформации, механическое изнашивание, коррозионные, эрозионно-кавитационные разрушения. Указываются причины того или иного вида разрушения. Исходным материалом для этого служат: записи в бланках технических паспортов оборудования, знание теории и практический опыт, анализ данных специальной литературы (специальные журналы, книги и т.д.), данные интернета.

**Примечание:** студенты СПО и ВПО (бакалавриат, специалитет, магистратура) выполняют все 4 пункта общего раздела, студенты СПО по рабочим профессиям – 3 первых пункта общего раздела. Студенты ВПО выполняют все 4 пункта технического раздела. Студенты СПО (специальность) выполняют 3 пункта технического раздела (на усмотрение преподавателя). Студенты ВПО и СПО выполняют весь объем заданий организационного раздела. Студенты системы СПО по профессиям рабочих – на 2 пункта меньше (на усмотрение преподавателя). Отдельные пункты разделов на усмотрение преподавателя могут быть сокращены, дополнены новыми или новым содержанием.

## **2.3.2 Технический раздел**

### **(в задании на курсовое (дипломное) проектирование – раздел 2)**

Содержание раздела включает проверочные расчеты на прочность и выносливость оборудования и т.д., проектирование приспособлений и вспомогательного ремонтного оборудования, если это необходимо, технико-технологические расчеты при бурении, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Важность этого раздела заключается в том, что студент при его выполнении показывает уровень своих умений и навыков пользования методическими указаниями, выполнения различных расчетов.

Исходным материалом для выполнения проверочных расчетов являются параметры машины, действующие на детали нагрузки и усилия, конструкционные материалы деталей, их размеры, условия работы. Перечисленные данные берутся из технической документации (сборочных и рабочих чертежей, инструкций по эксплуатации, справочной литературы или

по заданию преподавателя), данных ГТН, условий бурения, эксплуатации и технического состояния нефтяных и газовых скважин. Результатом этих расчетов является определение фактических напряжений, сравнении их с допускаемыми и подсчет коэффициентов запаса прочности элементов оборудования, выполнение заданий преподавателя, а также технико-технологических особенностей вспомогательной работы оборудования при месторождениях.

При выполнении проектировочных расчетов в качестве исходных данных используются следующие параметры проектируемого приспособления: давление, мощность, производительность, напор, частота вращения, усилия, вращающий момент, габариты, масса, назначение приспособления и его принцип действия и т.д., а также технико-технологических параметров нефтяных и газовых скважин.

Результатом выполнения проектировочного расчета являются размеры и форма деталей, материалы, из которых они должны быть изготовлены с допускаемым запасом прочности, выбор конструктивных элементов, передач, стандартных и комплектующих изделий, что в целом обеспечивает надежность оборудования и долговечность оборудования при бурении и эксплуатации нефтяных и газовых скважин.

При выполнении пункта 2.3 "Проектирование приспособлений" студентом продумывается их компоновка, взаимодействие узлов и деталей, предварительное определение их размеров и форм в зависимости от назначения и выполняемой функции. При необходимости текст сопровождается соответствующими иллюстрациями.

#### ***Пример расчета бочки барабана на статическую прочность.***

Принятые обозначения и исходные параметры при расчете барабана лебедки ЛБУ 1100 представлены в таблице 2, а расчетная схема барабана - на рис. 1.

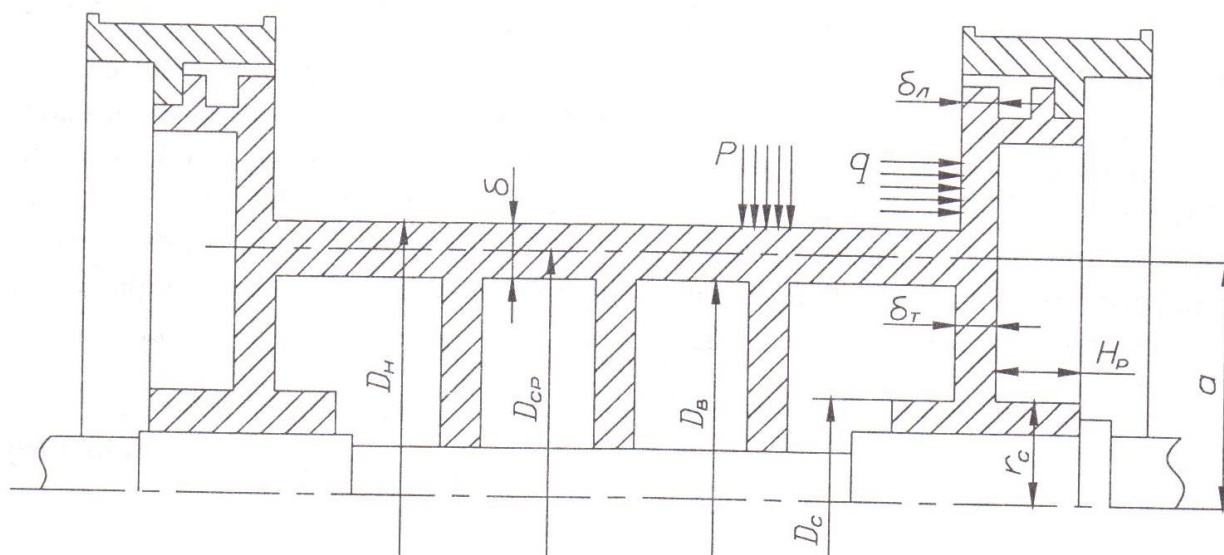


Рисунок 1. Расчетная схема барабана

**2 Принятые обозначения и исходные параметры при расчете барабана лебедки ЛБУ 1100**

| № п/п | Наименование параметров             | Ед. изм.        | Обозначение, расчетная зависимость | Значение параметров |
|-------|-------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|
| 1     | Предел текучести обечайки           | МПа             | $\sigma_T$                         | 488                 |
| 2     | Предел текучести диска              | МПа             | $\sigma_T$                         | 340                 |
| 3     | Модуль упругости материала барабана | МПа             | $E_b$                              | $2,1 \cdot 10^5$    |
| 4     | Максимальная грузоподъемность       | кН              | $Q_{кр}$                           | 2000                |
| 5     | Диаметр каната                      | см              | $d_k$                              | 3,2                 |
| 6     | Площадь сечения проволок каната     | см <sup>2</sup> | $F_k$                              | 4,65                |
| 7     | Шаг навивки каната                  | см              | $t$                                | 3,4                 |
| 8     | Количество слоев навивки каната     | см              | $n$                                | 4                   |

| № п/п | Наименование параметров                                                                                            | Ед. изм. | Обозначение, расчетная зависимость             | Значение параметров |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------|---------------------|
| 9     | Толщина стенки барабана                                                                                            | см       | $\delta$                                       |                     |
| 10    | Длина бочки барабана                                                                                               | см       | $L$                                            | 135                 |
| 11    | Наружный радиус бочки барабана                                                                                     | см       | $r_n$                                          | 40                  |
| 12    | Внутренний радиус бочки барабана                                                                                   | см       | $r_{в}$                                        |                     |
| 13    | Средний радиус стенки барабана                                                                                     | см       | $a = (r_n + r_{в})/2$                          | 34,5                |
| 14    | Толщина стенки лобовины                                                                                            | см       | $\delta_l$                                     | 3,0                 |
| 15    | Высота ребра лобовины                                                                                              | см       | $H_p$                                          | 14                  |
| 16    | Толщина ребра лобовины                                                                                             | см       | $B$                                            | 3,5                 |
| 17    | Радиус ступицы                                                                                                     | см       | $r_c$                                          |                     |
| 18    | Количество радиальных ребер                                                                                        | -        | $\kappa_p$                                     | 6                   |
| 19    | Натяжение каната                                                                                                   | кН       | $T$                                            | 250                 |
| 20    | Модуль упругости каната                                                                                            | МПа      | $E_k$                                          | $1,14 \cdot 10^5$   |
| 21    | Среднее номинальное напряжение растяжения проволок каната                                                          | МПа      | $\sigma = 10 + 0,5\sigma$                      |                     |
| 22    | Модуль упругости каната при поперечном сжатии                                                                      | МПа      | $\kappa_k = \frac{T}{F_k}$                     |                     |
| 23    | Коэффициент нагрузки при многослойной навивке каната на барабан                                                    | -        | $\varphi$                                      |                     |
| 24    | Радиальное давление на стенку барабана                                                                             | МПа      | $p = \frac{\alpha \cdot n \cdot T}{a \cdot t}$ |                     |
| 25    | Нагрузка на лобовину                                                                                               | кН       | $H = c \cdot n \cdot T$                        |                     |
| 26    | Жесткость лобовины                                                                                                 | кН/м     | $D_l$                                          |                     |
| 27    | Приведенная толщина стенки лобовины                                                                                | -        | $S_l$                                          |                     |
| 28    | Угол поворота края лобовины                                                                                        | -        | $\theta$                                       |                     |
| 29    | Соотношение жесткостей каната на растяжение $E_k \cdot F_k$ и стенки барабана на сжатие $E_6 \cdot \delta \cdot t$ | -        | $\varepsilon$                                  |                     |

**Табл.**

*Расчет:*

Эквивалентные напряжения в стенке барабана, в середине и у лобовины определяются по теории прочности энергии формоизменения в плоско-напряженном состоянии, при этом

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_t + \sigma_t^2}, \quad (1)$$

где

$$\sigma_x = \frac{H}{2 \cdot \pi \cdot a \cdot \delta}; \quad \sigma_t = \frac{\alpha \cdot n \cdot T}{\delta \cdot t}. \quad (2)$$

Если учесть только сжимающие окружные напряжения, то будем иметь

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_t = \frac{\alpha \cdot n \cdot T}{\delta \cdot t}$$

где  $\varphi = \alpha \cdot n$  – определяется в первом приближении по табл. 3.  
Толщина стенки барабана будет равна

$$\delta = \frac{\varphi \cdot T}{t \cdot [\sigma]} = \frac{1,75 \cdot 25000}{3,4 \cdot 2800} = 4,6 \text{ см.}$$

Коэффициент  $\varphi$  зависит от соотношения жесткости каната на растяжение ( $E_{\kappa} \cdot F_{\kappa}$ ) и стенки барабана на сжатие ( $E_{\delta} \cdot \delta \cdot t$ ) и определяется через параметры

$$\lambda = \varepsilon \cdot \frac{a}{d_{\kappa}}$$

а также параметра  $\Phi$ , учитывающего количество слоев при навивке каната на барабан и соотношения диаметров каната и барабана

$$(\Phi = (n-1) \cdot \frac{d_{\kappa}}{D_{cp}}).$$

Для нашего случая

$$\varepsilon = \frac{E_{\kappa} \cdot F_{\kappa}}{E_{\delta} \cdot \delta \cdot t} = \frac{1,14 \cdot 10^6 \cdot 4,65}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 3,4} = 0,124.$$

$$\lambda = \varepsilon \cdot \frac{a}{d_{\kappa}} = 0,124 \cdot \frac{34,5}{3,2} = 1,337.$$

$$\Phi = (n-1) \cdot \frac{d_{\kappa}}{D_{cp}} = (4-1) \cdot \frac{3,2}{69} = 0,139.$$

Таблица 3. Коэффициент  $\alpha$  (в первом приближении)

| $n$                                                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
|-------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $\frac{D}{d} = \begin{cases} 4,0 \\ 3,0 \\ 2,0 \end{cases}$ | 1,8 | 2,3 | 2,5 | 2,7 |
|                                                             | 1,7 | 2,1 | 2,2 | 2,3 |
|                                                             | 1,6 |     |     |     |

С  
огласн

о таблице 4 определяем коэффициент  $\alpha = 0,458$ .

Следовательно,  $\varphi = \alpha \cdot n = 1,832$ .

Второе приближение  $\varphi = 1,832$ .

$$\delta = \frac{1,832 \cdot 25000}{3,4 \cdot 2800} = 4,81 \text{ см.}$$

$$\delta = 5 \text{ см.}$$

Таблица 4. Коэффициент  $\alpha$  (второе приближение)

| $n$ | $\Phi$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 0,02   | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,40 |
| 0   | 0,99   | 0,95 | 0,90 | 0,84 | 0,61 | 0,46 | 0,35 | 0,29 | 0,22 | 0,18 |
| 2   | 0,94   | 0,88 | 0,83 | 0,78 | 0,55 | 0,41 | 0,33 | 0,26 | 0,21 | 0,16 |
| 4   | 0,90   | 0,85 | 0,79 | 0,74 | 0,51 | 0,37 | 0,29 | 0,24 | 0,20 | 0,15 |
| 8   | 0,87   | 0,81 | 0,75 | 0,68 | 0,45 | 0,33 | 0,24 | 0,19 | 0,17 | 0,13 |
| 5   | 0,76   | 0,63 | 0,56 | 0,53 | 0,36 | 0,25 | 0,19 | 0,15 | 0,13 | 0,09 |

### Расчет на устойчивость барабана лебедки

Найдем наименьшую критическую нагрузку

$$\sigma_{кр} = 0,92 \cdot E \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \sqrt{\frac{\delta}{a}} = 0,92 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot \frac{5}{135} \cdot \sqrt{\frac{5}{34,5}} = 27240,7 \text{ кг/см}.$$

При расчете на устойчивость принято считать, что

$$\sigma_{кр} = 0,8 \cdot \sigma_T; \sigma_{кр} = 0,8 \cdot 4880 = 3904 \text{ кг/см}^2.$$

Коэффициент запаса на устойчивость равен

$$n_y = \frac{3904}{\varphi \cdot \sigma_0} = \frac{3904}{1,832 \cdot 1470,6} = 1,45 < 1,7,$$

где

$$\sigma_0 = \frac{T}{\delta \cdot t} = \frac{2500}{5 \cdot 3,4} = 1470,6 \text{ кг/см}^2.$$

Учитывая, что полученный коэффициент запаса на устойчивость меньше допускаемого, необходимо увеличить толщину стенки барабана или установить кольцо жесткости толщиной не менее

$$\delta_k = 2 \cdot \delta \cdot \sqrt{\frac{\delta}{\eta_s}} = 2 \cdot 5 \cdot \sqrt{\frac{5}{31,5}} = 3,98 \approx 4 \text{ см}.$$

Однако, в данном примере устойчивость барабана была повышена за счет увеличения толщины стенки барабана. Примем  $\delta = 6 \text{ см}$ .

$$n_y = \frac{3904}{1,832 \cdot 1225,5} = 1,74 > [n]_y = 1,7.$$

Определение напряжений в стенке барабана лебедки. На достаточном расстоянии от торцов цилиндрическая стенка барабана может рассматриваться как тонкостенная оболочка под действием внешнего давления  $\frac{r_{cp}}{\delta} > 3 \div 5$

$$p = \frac{\varphi \cdot T}{a \cdot t} = \frac{\varphi \cdot \delta}{a} \cdot \frac{T}{\delta \cdot t} = \varphi \cdot \frac{\delta}{a} \cdot \sigma_0,$$

где  $\varphi = \alpha \cdot n$ .

$$\sigma_0 = \frac{T}{\delta \cdot t} = \frac{25000}{6 \cdot 3,4} = 1225,5 \text{ кг/см}^2.$$

$$p = \frac{\varphi \cdot T}{a \cdot t} = 390,45 \text{ кг/см}^2.$$

В продольном направлении напряжения растяжения возникают от нагрузки  $H = c \cdot n \cdot T$ , действующей на лобовине барабана,

$$\sigma_x = \frac{H}{2 \cdot \pi \cdot a \cdot \delta} = \frac{c \cdot n \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot a \cdot \delta} \approx 0,25 \cdot \frac{n \cdot t}{a} \cdot \sigma_0,$$

$$\sigma_x = \frac{1,6 \cdot 4 \cdot 25000}{2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 34,5} = 123 \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом,  $\sigma_{экр}$  по энергетической теории прочности

$$\sigma_{экр} = \sqrt{\sigma_t^2 - \sigma_x \cdot \sigma_t + \sigma_x^2} = \sqrt{2245,1^2 - 2245,1 \cdot 123 + 123^2} = 2186 \text{ кг/см}^2 < [\sigma].$$

**Напряжения в стенке барабана у лобовины.** При расчете эквивалентного напряжения в стенке барабана у лобовины определяются напряжения в зоне стыка от изгиба и растяжения

$$\sigma_x = \frac{6 \cdot M_0}{\delta^2} + \sigma_{xp},$$

и в окружном направлении

$$\sigma_t = \frac{1,8 \cdot M_0}{\delta^2},$$

Где  $M_0$  – изгибающий момент, действующий на стенку барабана в зоне стыка;  $\sigma_{xp}$  – напряжение растяжения стенки от осевой нагрузки, определяемой по формуле.

Изгибающий момент

$$M_0 = \frac{\beta \cdot (k_l + k_m) \cdot p + k \cdot k_l \cdot \theta_q}{k + 2 \cdot \beta^3 \cdot (k_l + k_m)},$$

Где  $\theta_q$  – угол поворота края лобовины;  $k_l, k_m$  – коэффициенты;  $k, \beta$  – параметры.

Параметр  $\beta$  определяется по формуле

$$\beta = \frac{1,285}{\sqrt{a \cdot \delta}}.$$

Параметр  $k$  определяется по формуле

$$k = \frac{E \cdot \delta}{a^2}.$$

Угол поворота равен

$$\theta_q = m \cdot \frac{a^2 \cdot T}{8 \cdot d_k \cdot D_l},$$

где  $m$  – параметр.

Жесткость лобовины  $D_l$  определяется по зависимости

$$D_l = \frac{E \cdot \delta_l}{12 \cdot (1 - \nu^2)},$$

Где  $\nu = 0,3$  – коэффициент Пуассона.  
 Параметр  $m$  определяется по формуле

$$m = \frac{2,85 \cdot \eta_n^2 \cdot (1 + \eta_n^2 \cdot \ln \eta_n - \eta_n)}{\eta_n^2 - 1} + \frac{0,25 \cdot (\eta_n + 2) \cdot (\eta_n - 1)}{\eta_n + 1},$$

Где

$$\eta_n = \frac{1}{\alpha_n} - \text{параметр, причем } \alpha_n = \frac{\alpha}{R}$$

Радиус навивки второго слоя каната равен

$$R = 0,5 \cdot (2 \cdot r_1 + d_k \cdot (1 + 1,865 \cdot n)).$$

Коэффициент  $k_n$  вычисляется следующим образом

$$k_n = \frac{E \cdot s_n^3 \cdot (1 - \alpha_n^2)}{12 \cdot a \cdot (1,3 + 0,7 \cdot \alpha_n^2)},$$

где

$$s_n = \sqrt{\frac{12 \cdot 0,91 \cdot D_n}{E}} \quad - \text{приведенная толщина стенки лобовины}$$

Коэффициент  $k_m$  определяется по формуле

$$k_m = \frac{1,1 \cdot E \cdot s_m^3 \cdot (1,3 + 0,7 \cdot \alpha_m^2)}{12 \cdot a \cdot (1 - \alpha_m^2)},$$

Где  $s_m$  – толщина торцевой стенки;

$$\alpha_m = \frac{r_c}{\alpha} - \text{параметр}$$

Подставляя исходные и пропуская промежуточные данные, будем иметь напряжение в стенке барабана в зоне стыка от изгиба и растяжения

$$\sigma_x = \frac{6 \cdot M_0}{\delta^2} + 0,25 \cdot \frac{n \cdot t}{a} \cdot \sigma_0 = \frac{6 \cdot 12318,44}{6^2} + \frac{0,25 \cdot 4 \cdot 3,4}{34,5} \cdot 1225,5 = 2176 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжение в окружном сечении

$$\sigma_t = \frac{1,8 \cdot M_0}{\delta^2} = \frac{1,8 \cdot 12318,44}{6^2} = 615,9 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{2176^2 - 615,9 \cdot 2176 + 615,9^2} = 2386,6 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_{\text{экв}} = 2386,6 \text{ кг/см}^2 < [\sigma].$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}; \sigma_T = 4880 \text{ кг/см}^2; n = 1,5 \div 2.$$

### 2.3.3 Организационный раздел

*(в задании на курсовое (дипломное) проектирование – раздел 3)*

В этом разделе студент раскрывает организационные и технологические вопросы, связанные с эксплуатацией, обслуживанием, ремонтом и монтажом нефтегазового оборудования, изготовлением узлов машин и механизмов, а также организацию и проведение буровых, эксплуатационных и ремонтных работ на нефтегазовых месторождениях. То есть в организационном разделе раскрывается сущность проекта, сформулированного в названии темы.

Если тема связана с ремонтом оборудования, то основными вопросами раздела являются:

- структура ремонтного цикла и график плановых ремонтов;
- технологический процесс ремонта (организация и техническое оснащение мойки узлов и деталей, разборка оборудования, диагностика узлов и деталей, процессы ремонта деталей, сборка и испытание отремонтированного оборудования).
- проверочные специальные технологические расчеты процессов бурения добычи нефти и газа, аварийных работ с использованием проектируемого оборудования.
- воспроизведение работы оборудованием с включением в процесс новейших технологий и техники с проведением тренажерных стендовых (лабораторных) имитаций.

Для закрепления материала по направлениям подготовки «Техническое обслуживание и ремонт детали машин» большое значение имеет включение вопросов по ремонту (реставрации) деталей и вопросы по поверхностному их

упрочнению. Причем студент может самостоятельно разработать технологический процесс ремонта оборудования и деталей разными методами.

Далеко не на всех ремонтных предприятиях существуют действующие испытательные стенды для контроля параметров и работоспособности отремонтированного оборудования или воспроизводящие его работу. Проектирование или воспроизведение технологического процесса с помощью эксплуатационных стендов, испытательных стендов, тренажеров-имитаторов и т.д. рассматривается в разделе 3.2.

В разделе могут быть воспроизведены с применением тренажеров имитаторов технологические процессы с проектированным оборудованием.

Проверочные и специальные технологические расчеты процессов бурения добычи нефти и газа, аварийные работы с использованием проектируемого оборудования. Воспроизведение работы оборудования с включением в процесс новейших технологий и техники с проведением тренажерных стендовых (лабораторных) имитаций.

Вопросы охраны труда, правил безопасности, безопасности жизнедеятельности и промышленной безопасности в соответствии с ФЗ-116 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (практически все объекты в нефтегазовой промышленности являются опасными и подконтрольными Ростехнадзору РФ) также включаются в организационный раздел. Их назначение - раскрыть безопасные приемы выполняемых работ, требования к оборудованию и инструменту, мероприятия по безопасному ведению работ в зависимости от того, какое конкретное оборудование рассматривается и какие работы производятся. Причем, достаточно значимым заданием является раскрытие вопросов промышленной безопасности.

Если тематика проекта связана с монтажом оборудования, то рассматриваются вопросы его транспортировки, сооружения фундаментов, крепления оборудования к основаниям и фундаментам, оснащенности монтажных бригад грузоподъемными средствами, землеройной техникой, сварочным оборудованием и т. д. Внимание в этом случае необходимо уделять подбору и обращению, например со стальными канатами, проведению сварочных работ, работ производимых на высоте.

Проект, рассматривающий вопросы изготовления приспособлений и оборудования, в организационном разделе раскрывает технологические процессы обработки заготовок, режимы последующих поверхностных упрочнений деталей (поверхностная закалка, химико-термическая обработка, наплавка и металлизация износостойких композиционных материалов).

В организационном разделе рассматриваются вопросы о влиянии процессов, проводимых при эксплуатации, обслуживании и ремонте, монтаже, изготовлении оборудования, на окружающую среду. Это особенно важно, когда речь идет о сооружении трубопроводов, буровых установок, транспортировке крупногабаритного оборудования волоком, перекачивания легко испаряемых агрессивных сред. Описывается конкретное вредное влияние проводимых мероприятий (процессов) на окружающую среду. Рассматриваются применяемые меры и технические средства по предотвращению загрязнений

почвы, водоемов и атмосферы. Причем эти вопросы увязываются с тематикой проекта. Причем, проектируемое оборудование, препятствующее разливам и утечки нефти и газа, относится к разряду эффективно применяемых новых средств охраны окружающей среды.

**Примечание.** Студенты СПО (специальность) и ВПО выполняют все пункты организационного раздела, студенты СПО рабочих профессий на 2 пункта меньше.

***Пример выполнения организационно-технологического подраздела 3.3 «Технологический процесса ремонта деталей».***

Рассматривается процесс ремонта (реставрации) коленчатого вала бурового компрессора типа КП-5 (4 ВУ 1-5/9).

В процессе эксплуатации компрессора в коленчатом вале могут наблюдаться следующие виды дефектов:

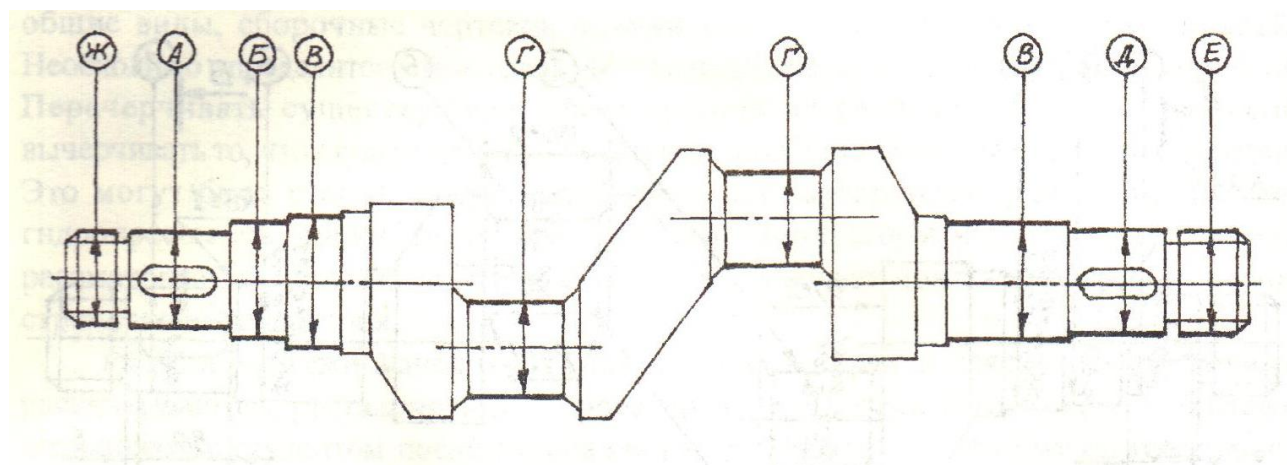
- деформации (изгиб коленвала, смятие боковых поверхностей шпоночных пазов, смятие резьб);
- механический износ рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек;
- трещины в шейках и щеках.

Процесс реставрации рекомендуется выполнять в виде упрощенной маршрутной карты:

| Номер и наименование операции                                                               | Оборудование, инструмент, приспособления                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. Промывка                                                                                 |                                                                     |
| 1.1 Уложить вал в ванну                                                                     | Кран = 2,5 кН                                                       |
| 1.2 Промыть вал                                                                             | Щетка металлическая, скребок, ветошь, керосин, вытяжная вентиляция  |
| 1.3 Протереть вал                                                                           | Салфетка                                                            |
| 1.4 Уложить вал на стеллаж                                                                  | Кран Q = 2,5 кН                                                     |
| 2. Контрольная                                                                              |                                                                     |
| 2.1 Наличие трещин, вмятин, изломов                                                         | Визуально, ультразвуковой дефектоскоп ДУК-66                        |
| 2.2 Износ рабочих поверхностей А, Б, В, Г, Д, Ж, Е, см. рис. 3                              | Микрометр МК-50, МК-75, индикатор ИЧ-10                             |
| 3. Слесарная                                                                                |                                                                     |
| 3.1 Изолировать необрабатываемые поверхности                                                | Асбестовые шнуры                                                    |
| 3.2 Нагреть поверхности подлежащие наплавке $t=300^{\circ}$                                 | Газовый резак "Маяк-2-02", редуктор, кислородный ДКП-1-65, редуктор |
| 4. Наплавочная                                                                              | Пропановый ДПП-1-65, шланги резиновые                               |
| 4.1 Наплавить последовательно поверхности А, Б, В, Г и Д слоем 3 мм <sup>2</sup> см. рис. 3 | Сварочный выпрямитель ВДУ-500, электроды, электродержатель          |
| 5. Отжиг                                                                                    |                                                                     |
| 5.1 Нагреть наплавленные поверхности $t = 500^{\circ}\text{C}$ и медленно охладить          | Газовый резак "Маяк-2-02", шланги резиновые                         |
| 6. Слесарная                                                                                |                                                                     |
| 6.1 Очистить наплавленные от грата и окалины                                                | Зубило, молоток                                                     |
| 7. Токарная (рис. 4)                                                                        |                                                                     |
| 7.1 Установить и закрепить вал                                                              | Станок токарно-винторезный 1М63                                     |

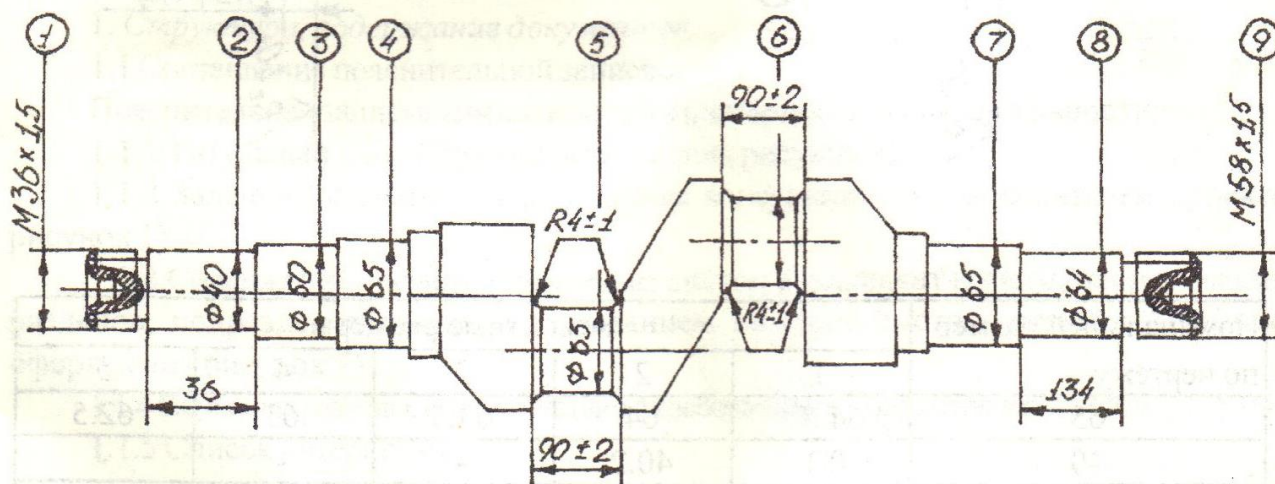
|                                                                                     |                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 7.2 Расточить конус центровочного отверстия                                         | Люнет, индикатор ИЧ-10, стойка индикаторная, резец расточной Т15К6  |
| 7.3 Переустановить вал с выверкой                                                   | Индикатор ИЧ-10                                                     |
| 7.4 Повторить переход 6.2                                                           |                                                                     |
| 7.5 Установить вал в центрах с выверкой по шейкам                                   | Центр упорный № 5, токарно-винторезный станок 1М63, индикатор ИЧ-10 |
| 7.6 Точить поверхность 1 до $\varnothing 35,85$ (первый рем. размер)                | Проходной упорный резец Т15К6                                       |
| 7.7 Точить поверхность 2 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                   | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 7.8 Точить поверхность 3 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                   | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0Б05                   |
| 7.9 Точить поверхность 4 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                   | Резец резьбовой                                                     |
| 7.10 Нарезать резьбу М36-1,5                                                        |                                                                     |
| 7.11 Переустановить вал. Точить поверхность 9 до $\varnothing 57,85$ , длиной 20 мм | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 7.12 Точить фаску $1,5-45^0$                                                        |                                                                     |
| 7.13 Точить поверхность 8 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                  | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 7.14 Точить поверхность 7 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                  | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 7.15 Нарезать резьбу М 58-1,5                                                       | Резец резьбовой                                                     |
| 7.16 Точить поверхность 5 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                  | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 7.17 Точить поверхность 6 до ближайшего рем. размера (припуск 0,3)                  | Резец проходной ВК8, штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05                   |
| 8. Фрезерная (рис. 5)                                                               |                                                                     |
| 8.1 Установить вал с выверкой                                                       | Кран Q=2,5 кН, приспособление, индикатор ИЧ-10                      |
| 8.2 Фрезеровать новый шпоночный паз 8 мм под углом $90^0$ , $80^0$                  | Станок фрезерный 321, фреза шпоночная О8, ШЦ-2-160-0,05             |
| 8.3 Переустановить заготовку с выверкой                                             | Кран Q=2,5 кН                                                       |

|                                                                           |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 8.4 Фрезеровать шпоночный паз 18 мм под углом $90^{\circ}$ , $80^{\circ}$ | Станок фрезерный 321, фреза шпоночная О8, ШЦ-2-160-0,05                          |
| 9. Слесарная                                                              |                                                                                  |
| 9.1 Зачистить заусенцы забонны                                            |                                                                                  |
| 10. Контрольная                                                           | Напильник                                                                        |
| 10.1 Установить вал в центрах                                             |                                                                                  |
| 10.2 Проверить вал на биение коренных шеек                                | Токарный станок 1М63, центр упорный № 5<br>Стойка индикаторная, индикатор ИЧ-10  |
| 11 Правильная                                                             |                                                                                  |
| 11.1 Установить вал с выверкой                                            |                                                                                  |
| 11.2 Править вал                                                          | Токарный станок 1М63, центр упорный № 5<br>Домкрат $Q = 30\text{кН}$ , прокладки |
| 12. Шлифовальная                                                          |                                                                                  |
| 12.1 Установить вал, выверить по шейкам                                   | Круглошлифованный станок 3А423<br>трехкулачковый патрон, индикатор ИЧ-10         |
| 12.2 Шлифовать поверхность 4, выдержав размеры по чертежу                 | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.3 Переустановить вал                                                   |                                                                                  |
| 12.4 Шлифовать поверхность 5, выдержав размеры по чертежу                 | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.5 Переустановить вал                                                   |                                                                                  |
| 12.6 Шлифовать поверхность 1, выдержав размеры по чертежу                 | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.7 Шлифовать поверхность 2, выдержав размеры по чертежу                 | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.8 Шлифовать поверхность 3, выдержав размеры по чертежу                 | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.9 Переустановить вал                                                   |                                                                                  |
| 12.10 Шлифовать поверхность 7, выдержав размеры по чертежу                | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 12.11 Шлифовать поверхность 6, выдержав размеры по чертежу                | Станок 3А423, шлифовальный круг, микрометр МК-75, МК-50                          |
| 13. Контрольная                                                           |                                                                                  |
| 13.1 Проверить все шейки коленчатого вала                                 | Микрометры МК-50, МК-75, ультразвуковой дефектоскоп ДУК-66                       |



| Наименование поверхности | Номинальный размер | Размер до наплавки     | Размер после наплавки  |
|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| А                        | $\varnothing 40$   | $\varnothing 36 \pm 1$ | $\varnothing 45 \pm 1$ |
| Б                        | $\varnothing 50$   | $\varnothing 46 \pm 1$ | $\varnothing 55 \pm 1$ |
| В                        | $\varnothing 65$   | $\varnothing 61 \pm 1$ | $\varnothing 70 \pm 1$ |
| Г                        | $\varnothing 65$   | $\varnothing 61 \pm 1$ | $\varnothing 70 \pm 1$ |
| Д                        | $\varnothing 64$   | $\varnothing 60 \pm 1$ | $\varnothing 69 \pm 1$ |
| Е                        | $\varnothing 60$   | $\varnothing 56 \pm 1$ | $\varnothing 65 \pm 1$ |
| Ж                        | $\varnothing 39$   | $\varnothing 35 \pm 1$ | $\varnothing 44 \pm 1$ |

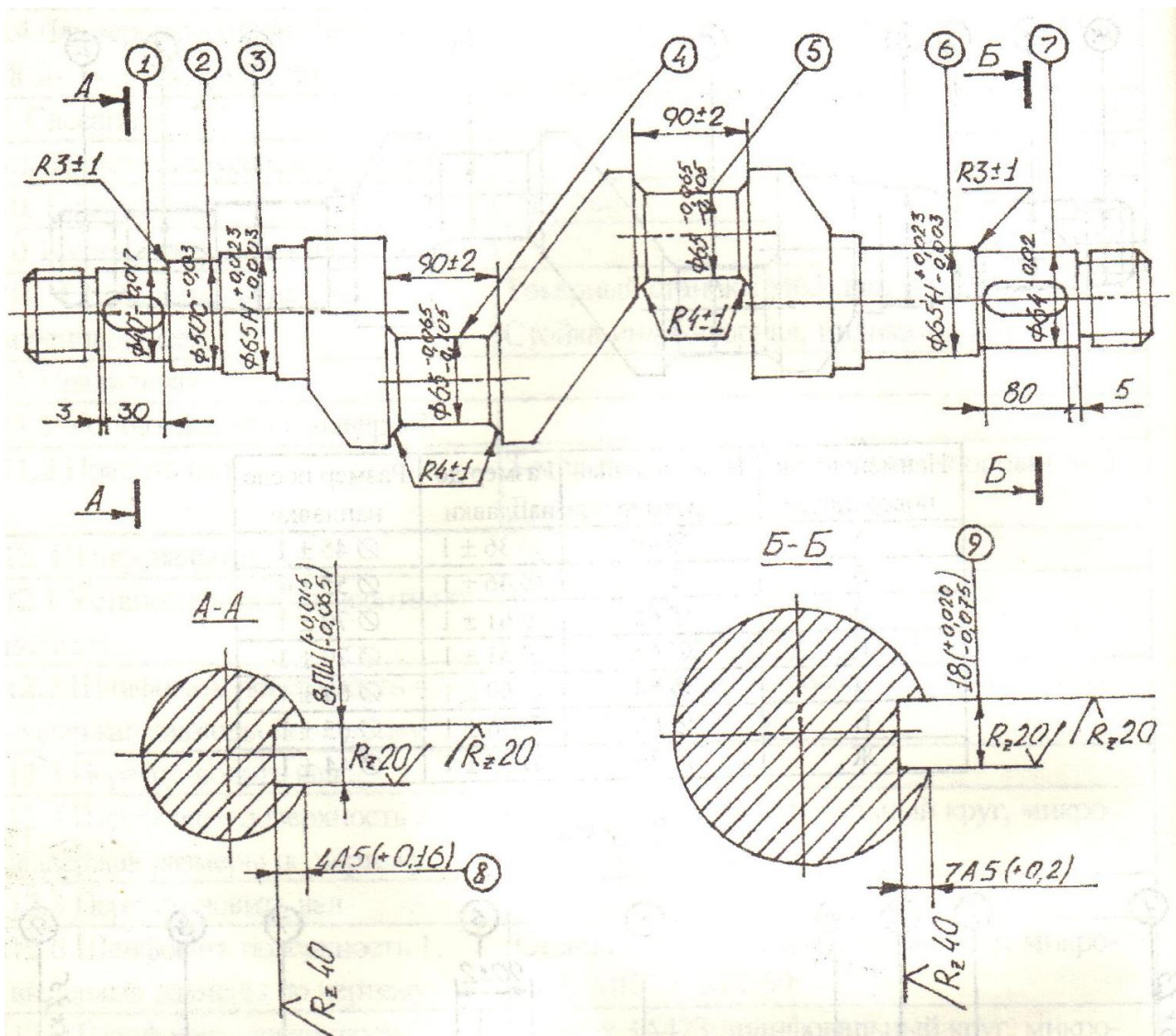
Рисунок 3



| Номинальный размер по чертежу | Ремонтные размеры |        |        |      |        |
|-------------------------------|-------------------|--------|--------|------|--------|
|                               | 1                 | 2      | 3      | 4    | 5      |
| $\varnothing 65$              | 64.5              | 64.0   | 63.5   | 63.0 | 62.5   |
| $\varnothing 40$              | 40.1              | 40.2   | -      | -    | -      |
| $\varnothing 64$              | 64.1              | 64.2   | -      | -    | -      |
| $\varnothing 65 \text{ Л}$    | 65.8 Л            | 64.6 Л | 64.4 Л | 64.2 | 64.0 Л |

| Номинальный размер | $P_1$    |
|--------------------|----------|
| 50 h8              | -        |
| M 39-1,5           | M 36-1,5 |
| M 60-1,5           | M 58-1,5 |

Рисунок 4



| Номинальный размер<br>по чертежу | Ремонтные размеры |      |      |    |      |
|----------------------------------|-------------------|------|------|----|------|
|                                  | 1                 | 2    | 3    | 4  | 5    |
| 65                               | $\phi 64.5$       | 64   | 63.5 | 63 | 62.5 |
| 40                               | $\phi 40.1$       | 40.2 | -    | -  | -    |
| 64                               | $\phi 64.1$       | 64.2 | -    | -  | -    |

Рисунок 5

## 2. 4 Графическая часть

В соответствии с требованиями, минимальный объем графической части курсового (дипломного) проекта должен составлять 4-5 (10 - 12 листов) формата А1 для студентов ВПО, 2 (4-5) – для студентов СПО, 1 – 2 для студентов СПО рабочих профессий.

В качестве практическо-графического задания допускается выполнение и изготовление стендов, плакатов, действующих моделей оборудования и т.д.

Графическая часть наглядное раскрытие темы проекта. Как правило, она включает общие виды, сборочные чертежи, монтажные схемы, рабочие чертежи деталей. Необходимо определиться в том, какой же узел наиболее характерен для данного проекта. Перечерчивать существующее оборудование не рекомендуется. Желательно вычерчивать то, что студент разработал сам или доработал существующие конструкции. Это могут быть стенды действующими и приспособления для разборки, сборки оборудования, гидропрессы, съемники, кантователи, захваты, кондукторы и т. д. Если в проекте рассматривается монтаж, то графическая часть включает монтажные схемы и схемы строповки оборудования.

Рабочие чертежи, как правило, выполняются для тех узлов и оборудования деталей, которые в пояснительной записке рассчитываются, реставрируются, проектируются. Возможно выполнение и иных чертежей, схем по усмотрению преподавателя. Проект, в том числе и чертежи, выполняются студентом после окончания курса "Черчение", поэтому он, показывает насколько хорошо изучен, этот курс и насколько грамотно оформлены сборочные и рабочие чертежи деталей.

Сборочные и рабочие чертежи выполняются в соответствии с требованиями общих правил выполнения чертежей по ГОСТ 2.301 - 68 и последующих, нормативно-технических документов и стандартов.

## 3. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Дипломные, курсовые проекты, курсовые работы, расчетно-практические задания, отчеты по практикам по своему содержанию входят в перечень документов, на которые распространяются "Правила и положения единой системы конструкторской документации" (ЕСКД) и должны выполняться в соответствии с требованиями системы.

### 1. Структура, содержание документов

#### 1.1 Составление пояснительной записки.

Пояснительная записка комплектуется в указанной последовательности:

##### 1.1.1 Титульный лист.

1.1.2 Задание (выдается и оформляется консультантом-руководителем проекта)

1.1.3 Содержание, является заглавным листом и содержит номера, наименования разделов, подразделов, пунктов с указанием номеров листов, страниц.

1.1.4 Основные разделы. В соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 2.105-95

1.1.5 Список литературы

2. *Оформление текстовой части документа*

2.1 Общие требования

2.1.1 Листы текстовой части выполняются на формате А4 ГОСТ 2.301 -68 размером 210 х 297 мм по формам 5 и 5а ГОСТ 2.106-68, на которых используется основная надпись по формам 2 и 2а ГОСТ 2.104-68. Основная надпись по форме 2 используется только для листа "СОДЕРЖАНИЕ". Все последующие листы имеют основную надпись по форме 2а.

2.1.2 Студенты выполняют текстовую часть разборчивым рукописным шрифтом любой ручкой с цветом чернил или пасты черным, фиолетовым или синим.

Расстояние между основаниями строк 6...8 мм (по разрешению преподавателя допускается текстовый печатный вариант)

2.1.3 Расстояние от рамки до границ текста следует оставлять:

-в начале строк не менее 5 мм

-в конце строк не менее 3 мм

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинаются отступом 15... 17 мм.

2.1.4 Опечатки, графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста.

2.1.5 Все содержание текстовой части делится на разделы и подразделы.

2.1.6 Разделы должны иметь порядковые номера. После номера раздела точка не ставится. Нумерация производится арабскими цифрами.

2.1.7 Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. Например "2.1"(первый подраздел второго раздела). В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы также могут быть разбиты на пункты - "4.2.1" и подпункты 4.2.1.2

Содержащиеся в тексте пункты или подпункты перечисления обозначают арабскими цифрами со скобкой: 1), 2), и т. д. Каждый пункт, подпункт перечисления записывают с абзаца.

2.1.8 Заголовки разделов и подразделов должны быть краткими и соответствовать содержанию. Заголовки раздела записывают прописными буквами шрифт 5 тип Б ГОСТ 2.304-68 без наклона, черной тушью, заголовки подразделов - строчными, кроме первой.

Заголовки разделов и наименования подразделов записываются с абзаца, переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений его разделяют точкой. Расстояние между заголовком и текстом 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела 10 мм. Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком 15 мм.

2.1.9 Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа.

2.1.10 Заголовкам "СОДЕРЖАНИЕ", "ВВЕДЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ" номера не присваиваются.

2.1.11 Нумерация листов (страниц) текста должна быть сквозной. Первый лист – титульный, второй – задание на проектирование, третий – содержание и т. д.

Если в текстовой части содержатся иллюстрации или таблицы, которые располагаются на отдельных листах, их необходимо включать в общую нумерацию.

## *2.2 Изложение текста.*

2.2.1. Изложение текста должно быть четким и кратким. Применяемые термины, обозначения и определения должны соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии - общепринятым в научно -технической литературе.

2.2.2 В тексте не допускается:

а) применять для одного и того же понятия различные термины, близкие по смыслу иностранные слова при наличии равнозначных в русском языке;

б) сокращать обозначения физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц в заголовках и боковиках таблиц, в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

в) применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и стандартами;

г) использовать математический знак "-" перед отрицательным значением, следует писать "минус", употреблять математические знаки без цифр, применять индексы стандартов без регистрационного номера.

2.2.3 В тексте число с размерностью следует писать цифрами, без размерности - словами.

Единица измерения физической величины одного и того же параметра должна быть постоянной.

### *Примечания:*

В тексте должны быть ссылки, которые оформляются следующим образом:

а) на литературу по типу "...[5]", где 5 порядковый номер литературы по списку.

б) на таблицу по типу "в таблице 4". Слово таблица пишут полностью, если в тексте одна таблица и сокращенно, если она имеет номер.

в) на иллюстрацию по типу " в соответствии с рисунком 1"

г) на приложения по типу "даны в приложении А".

## *2.3 Выполнение расчетов*

2.3.1 Порядок выполнения расчетов определяется характером рассчитываемых величин, процессов. В общем случае расчеты должны содержать:

-эскиз или схему рассчитываемых изделий;

-задачи расчета (с указанием, что требуется определить);

- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе. Данные для расчета не нумеруются, а записываются по типу: "Момент крутящий - М, кНм ...56".

Формулы располагают посередине симметрично тексту. Если формула не помещается на одну строку, она должна быть перенесена после знаков: =, +, -, •, :, .

Расстояние между текстом и формулой, а также между строками формулы - 10 мм.

2.3.3 Буквы и цифры в формулах записываются одним из стандартных шрифтов, с высотой знаков не менее 3,5 мм.

Применяемые в формулах буквенные обозначения, символы должны соответствовать Государственным стандартам.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу; должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки, в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки начинается со слова "где" без двоеточия после него.

2.3.4 Формулы (если их более одной) нумеруются арабскими цифрами в пределах всего документа. Номер указывают с правой стороны листа в круглых скобках на уровне формулы, например:

$$N = P g H p \quad (2)$$

2.3.5 В расчетах должна строго выдерживаться единая последовательность записи: указываются искомая величина, приводятся пояснения символов и размерности величин; приводится числовая подстановка без промежуточных вычислений, преобразований и сокращений; приводится окончательный результат с указанием размерности, например:

$$M_{\max} = 0,294L \cdot 0,236(P_{\max} - P_{\min}) \quad (3)$$

где L - длина хода точки подвеса штанг, м

$P_{\max}$  - максимальная нагрузка в точке подвеса штанг, кН

$P_{\min}$  - минимальная нагрузка в точке подвеса штанг, кН

$$M_{\max} = 0,294 \cdot 3,5 \cdot 0,236 \cdot (122 - 52,8) = 58,2 \text{ кНм}$$

2.3.6 При повторном использовании приведенной ранее в тексте формулы дают ссылку на ее номер по тексту, пояснения символов не приводят.

2.3.7 В случае, когда расчеты по одной и той же формуле повторяются многократно, формулу записывают в обычном виде, производят подстановку величин, постоянных для данной группы расчетов и находят общий числовой коэффициент. После этого, оставшаяся часть расчетов, выполняется табличным методом.

2.3.8 В тех случаях, когда расчеты для нескольких вариантов выполняются по единой методике, можно сделать полный объем расчетов для

одного варианта.

2.3.9 Размерность одного и того же параметра в пределах документа должна быть одинаковой. В конце расчета или на его установку возможно изменение размерностей.

Числовые значения величин в тексте должны указываться с необходимой степенью точности.

#### *2.4 Построение таблиц*

2.4.1. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц.

Общая форма таблицы:

Таблица

Размеры в миллиметрах

| Головка         | Заголовки граф    |                   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
|                 | Подзаголовки граф | Подзаголовки граф |
| Заголовки строк | Колонки           | Колонки           |

Таблица может иметь заголовок, выполняемый строчными буквами, кроме первой - прописной.

2.4.2 Если строки или графы таблицы выходят за пределы формата листа, то ее переносят на другие листы. При переносе на другой лист заголовок помещают только над первой частью. Над последующими частями пишут: "Продолжение таблицы".

2.4.3 Графу № п/п в таблицу не включают, номера пишут перед заголовками строк.

2.4.4 Единицы измерения физических величин указывают в заголовке каждой графы. Если единицы одинаковы, их указывают над таблицей.

2.4.5 Цифры в графах таблиц, как правило, располагают так, чтобы классы чисел во всей графе были точно один под другим.

2.4.6 Все таблицы, если их в документе более одной, нумеруют в пределах всего документа арабскими цифрами. Над левым верхним углом помещают надпись "Таблица ...". На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Таблицу помещают в тексте после первого упоминания о ней. Допускается выполнять таблицы на форматах А4 и помещать их в приложениях.

2.4.7 Таблицы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения "Таблица В.2".

#### *2.5 Оформление иллюстраций и приложений*

2.5.1 Количество иллюстраций должно быть достаточно для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа, так и в конце него в виде приложений. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Все иллюстрации, если их в тексте более одной, нумеруют в пределах

документа арабскими цифрами. Иллюстрации при необходимости могут иметь наименования и подрисуночный текст. Наименование располагают над рисунком, пояснения под ним.

2.5.2 Если в тексте есть ссылки на составные части изделия, то на иллюстрации указывают позиции.

2.5.3 Иллюстрационный материал (таблицы или текст) вспомогательного характера допускается давать в виде приложений.

Приложения оформляют как продолжение данного документа или выпускают в виде самостоятельного документа.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" прописными буквами и должно иметь заголовок, записываемый прописными буквами симметрично тексту. Приложения оформляют, как правило, на листах формата А4.

2.5.4 Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с

А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, оно обозначается "Приложение А".

2.5.5 Нумерация листов документа и приложений должна быть сквозная.

2.6 Правила оформления списка литературы

2.6.1 Список литературных источников помещается в конце пояснительной записки, а в тексте указывается только номер источника по типу: [7], скобки должны быть квадратными.

При оформлении необходимо соблюдать следующие требования:

2.6.2 Книга с одним - тремя авторами.

Палашкин Е. А. Справочник механика по глубокому бурению. М., "Недра", 1981

2.6.3 Если число авторов более трех, оформляется список литературы по алфавиту по названию, фамилии авторов ставятся после указания года издания.

## ПРАВИЛА ШИФРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Шифр пояснительной записки, чертежа складывается из следующих букв и знаков:

для пояснительной записки

|    |      |    |     |
|----|------|----|-----|
| АБ | ВГДЕ | ЖЗ | КЛМ |
| 1  | 2    | 3  |     |

для чертежа

|    |      |    |               |
|----|------|----|---------------|
| АБ | ВГДЕ | ЖЗ | КЛ М 00 00 СБ |
|----|------|----|---------------|

для спецификации

|    |      |    |               |
|----|------|----|---------------|
| АБ | ВГДЕ | ЖЗ | КЛ М 00 00 СП |
|----|------|----|---------------|

*Первая группа* из двух букв содержит вместо букв АБ вид учебного документа: КП - курсовой проект, ДП - дипломный проект, ОП - отчет по практике.

*Вторая группа* вместо букв ВГДЕ содержит шифр специальности 1701.

*Третья группа* вместо букв ЖЗ форму обучения: 01 - дневная, 02 - вечерняя, 03 - заочная.

*Четвертая группа* содержит уловное обозначение агрегатовых узлов оборудования в соответствии с таблицей на - границе 4 и 5.

*Например:*

*на титульном листе и содержании*

КП 1701 03 261 ПЗ

*на чертежах*

ДП 1701 03 261 03 СБ - сборочная единица

ДП 1701 03 261 03 07 – деталь

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Конструкционные материалы

Углеродистая сталь обыкновенного качества (механические свойства)  
ГОСТ

380-71 Таблица АЛ

| Марка стали           | Ст0 | Ст1кп<br>Ст1сп | Ст2кп   | Ст2пс<br>Ст2сп | Ст3кп   | Ст3пс<br>Ст3сп | Ст4кп   | Ст4пс<br>Ст4сп | Ст5пс<br>Ст5сп | Ст6пс<br>Ст6сп |
|-----------------------|-----|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|
| Предел Прочности, МПа | 310 | 320-420        | 330-420 | 340-440        | 370-170 | 380-490        | 410-520 | 420-540        | 500-640        | 600            |
| Предел текучести, МПа | -   | -              | 200     | 210            | 220     | 230            | 240     | 250            | 270            | 300            |

Углеродистая качественная углеродистая сталь ГОСТ 1050-74

Таблица А.2

| Марка стали           | 08  | 10  | 15  | 20  | 25   | 30   | 35   | 40  | 45  | 50  |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| Предел прочности, МПа | 330 | 340 | 380 | 420 | 460  | 500  | 540  | 580 | 610 | 640 |
| Предел текучести, МПа | 200 | 210 | 230 | 250 | 280  | 300  | 320  | 340 | 360 | 380 |
| Марка стали           | 55  | 60  | 65  | 70  | 75   | 80   | 85   | 60Г | 65Г | 70Г |
| Предел прочности, МПа | 660 | 690 | 710 | 730 | 1100 | 1100 | 1150 | 710 | 750 | 800 |
| Предел текучести, МПа | 390 | 410 | 420 | 430 | 900  | 950  | 1000 | 420 | 440 | 460 |

Термическая обработка заготовки - нормализация.  
 Легированные конструкционные стали ГОСТ 4543-71  
 Таблица А.3

| Марка стали           | 20Х | 30Х | 35Х | 40Х | 50Х  | 30ХМА | 35ХМ | 18ХГ | 20ХГСА | 30ХГС |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|------|--------|-------|
| Предел прочности, МПа | 850 | 900 | 930 | 870 | 1100 | 950   | 1600 | 900  | 800    | 1100  |
| Предел текучести, МПа | 630 | 700 | 750 | 700 | 900  | 750   | 1400 | 750  | 650    | 850   |

| Марка стали           | 20ХН | 40ХН | 45ХН | 30ХН3А | 50Х11 | 12ХН3А | 38Х2Ю |
|-----------------------|------|------|------|--------|-------|--------|-------|
| Предел прочности, МПа | 800  | 1600 | 1050 | 1000   | 1100  | 850    | 950   |
| Предел текучести, МПа | 600  | 1400 | 850  | 800    | 900   | 700    | 800   |

Серые чугуны

СЧ-15, СЧ-18, СЧ-21, СЧ-24, СЧ-28, СЧ-32, СЧ-36, СЧ-40, СЧ-44.  
 Цифра соответствует пределу прочности при растяжении.

Сплавы цветных металлов

Таблица А.4

| Марка стали           | Латунь<br>Л-68 | Бронза<br>Бр-ОФ 10-1 | БрОСЦ<br>5-5-5 | БрАЖ<br>9-1 | Аллюминевый<br>сплав Д16 |
|-----------------------|----------------|----------------------|----------------|-------------|--------------------------|
| Предел прочности, МПа | 320            | 250                  | 200            | 550         | 470                      |
| Предел текучести, МПа | 90             | -                    | 40-50          | 200         | 421                      |

Модуль упругости Е:

для сталей  $E = 2,1 \times 10^5 \text{ МПа}$

для чугунов  $E = 0,8 - 1,5 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

для сплавов цветных металлов  $E = 1 \times 10^5 \text{ МПа}$

Допускаемые напряжения на срез:

сварных швов  $t_{cp} = (0,6...0,8)S_B$

резьбовых деталей  $t_{cp} = (0,2...0,3) S_T$

шпонок  $t_{cp} = 100 \text{ МПа}$

Допускаемые напряжения на смятие:

заклепки  $s_{cm} = (0,4...0,5)s_B$

шпонок  $s_{cm} = 100 \text{ МПа}$

Пределы выносливости для сталей:

при изгибе  $s_{-1} = 0,43 s_B$

при кручении  $t_{-1} = 0,58 s_{-1}$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Допуски и посадки

Рекомендуемые для замены поля допусков по ЕСДП СЭВ для размеров 1-500 мм

Таблица Б. 1

| Класс точности по ОСТ | Посадки по системе ОСТ | Рекомендуемое для замены поле допуска | Класс точности по ОСТ | Посадки по системе ОСТ   | Рекомендуемое для замены поле допуска |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Система отверстия     |                        |                                       | Система отверстия     |                          |                                       |
| 1                     | $\frac{A_1}{T_1}$      | $\frac{H6}{m5}$                       | 2                     | $\frac{A}{D}$            | $\frac{H7}{g6}$                       |
|                       | $\frac{A_1}{П_1}$      | $\frac{H6}{j5}$                       |                       | $\frac{A}{X}$            | $\frac{H7}{f7}$                       |
|                       | $\frac{A_1}{C_1}$      | $\frac{H6}{h5}$                       | 2a                    | $\frac{A_{2a}}{C_{2a}}$  | $\frac{H7}{h7}$                       |
|                       | $\frac{A_1}{ДТ_1}$     | $\frac{H6}{g5}$                       |                       | $\frac{A_{2a}}{П_{p2a}}$ | $\frac{H7}{u8}$                       |
| 2                     | $\frac{A}{П_p}$        | $\frac{H7}{r6} \frac{H7}{s6}$         | 3                     | $\frac{A_3}{X_3}$        | $\frac{H8}{h8} \frac{H9}{h8}$         |
|                       | $\frac{A}{П_{д}}$      | $\frac{H7}{p6} \frac{H7}{r6}$         |                       | $\frac{A_3}{C_3}$        | $\frac{H8}{f9} \frac{H9}{e8}$         |
|                       | $\frac{A}{Г}$          | $\frac{H7}{n6}$                       | 4                     | $\frac{A_4}{C_4}$        | $\frac{H11}{h11}$                     |
|                       | $\frac{A}{Т}$          | $\frac{H7}{m6}$                       |                       | $\frac{A_4}{X_4}$        | $\frac{H11}{d11}$                     |
|                       | $\frac{A}{H}$          | $\frac{H7}{k6}$                       | 5                     | $\frac{A_5}{C_5}$        | $\frac{H12}{h12}$                     |
|                       | $\frac{A}{П}$          | $\frac{H7}{js6} \frac{H7}{j6}$        |                       | $\frac{A_3}{X_5}$        | $\frac{H12}{b12}$                     |
|                       | $\frac{A}{C}$          | $\frac{H7}{h7}$                       | -                     | -                        | -                                     |

Рекомендуемые сочетания полей допусков отверстия и вала для посадок с натягом и переходных в системе отверстия

Таблица Б.2

| Осн. откл. отв. (квал.) | Квал. вала | Основные отклонения валов |          |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|------------|---------------------------|----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         |            | переходные посадки        |          |          |          | посадки с натягом |          |          |          |          |          |          |
|                         |            | j                         | к        | м        | п        | р                 | г        | с        | т        | u        | x        | z        |
| 115                     | 4          | H5<br>J4                  | H5<br>к4 | H5<br>т4 | H5<br>п4 | -<br>-            | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   |
| 116                     | 5          | H6<br>J5                  | H6<br>к5 | H6<br>т5 | H6<br>п5 | H6<br>р5          | H6<br>г5 | H6<br>с5 | -        | -        | -        | -        |
| 117                     | 6          | H7<br>j6                  | H7<br>к6 | H7<br>м6 | H7<br>п6 | H7<br>р6          | H7<br>г5 | H7<br>с6 | H7<br>т6 | -        | -        | -        |
|                         | 7          | -<br>-                    | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-            | H7<br>г7 | -<br>-   | H7<br>т7 | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-   |
| 118                     | 7          | H8<br>J7                  | H8<br>к7 | H8<br>м7 | H8<br>п7 | -                 | -        | H8<br>с7 | -        | -        | -        | -        |
|                         | 8          | -                         | -        | -        | -        | -                 | -        | -        | -        | H8<br>u8 | H8<br>x8 | H8<br>z8 |

Предельные отклонения диаметров отверстий, в системе отверстия (наиболее употребляемые квалитеты)

Таблица Б.3

| Номинальный размер, мм | Отклонения, мкм |          |          |          |          |           |           |           |           |
|------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        | H4              | H5       | H6       | H7       | H8       | H9        | H10       | H11       | H12       |
| Св. 30 до 50           | +7<br>0         | +11<br>0 | +16<br>0 | +25<br>0 | +39<br>0 | +62<br>0  | +100<br>0 | +160<br>0 | +250<br>0 |
| 50-80                  | +8<br>0         | +13<br>0 | +19<br>0 | +30<br>0 | +46<br>0 | +74<br>0  | +120<br>0 | +190<br>0 | +300<br>0 |
| 80-120                 | +10<br>0        | +15<br>0 | +22<br>0 | +35<br>0 | +54<br>0 | +87<br>0  | +140<br>0 | +220<br>0 | +350<br>0 |
| 120-180                | +12<br>0        | +18<br>0 | +25<br>0 | +40<br>0 | +63<br>0 | +100<br>0 | +160<br>0 | +250<br>0 | +400<br>0 |
| 180-250                | +14<br>0        | +20<br>0 | +29<br>0 | +46<br>0 | +72<br>0 | +115<br>0 | +185<br>0 | +290<br>0 | +460<br>0 |

- - предпочтительные поля допусков

*Предельные отклонения диаметров валов при посадках с натягом для 4-8 квалитетов (система отверстия)*

Таблица Б.4

| Номиналь-<br>ный<br>размер, мм | Отклонения при квалите, мкм |     |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-----------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                | 4                           | 5   |     |      | 6   |      |      |      | 7    |      | 8    |      |      |
|                                | n4                          | p5  | r5  | s5   | p6  | r6   | s6   | t6   | s7   | u7   | u8   | x8   | z8   |
| Св.30                          | -                           | -   | -   | -    | -   | +50  | +59  | +64  | +68  | +85  | +99  | +119 | +151 |
| до 40                          | +24                         | +37 | +45 | +54  | +42 | +34  | +43  | +48  | +43  | +60  | +60  | +80  | +112 |
| 40-50                          | +17                         | +26 | +34 | +43  | +26 | +50  | +59  | +70  | +68  | +95  | +109 | +136 | +175 |
| 50-65                          | -                           | -   | +54 | +66  | -   | +60  | +72  | +85  | +83  | +117 | +133 | +168 | +218 |
| 65-80                          | +25                         | +45 | +41 | +33  | +51 | +41  | +53  | +66  | +53  | +87  | +87  | +122 | +172 |
|                                | +20                         | +32 | -   | -    | +32 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|                                | -                           | -   | +56 | +72  | -   | +62  | +78  | +94  | +89  | +132 | +148 | +192 | +256 |
|                                | -                           | -   | +43 | +59  | -   | +43  | +59  | +75  | +59  | +102 | +102 | +145 | +210 |
| 80-100                         | +                           | +   | +66 | +86  | +   | +73  | +93  | +113 | +106 | +159 | +173 | +232 | +312 |
| 100-120                        | +                           | +   | +51 | +71  | +   | +51  | +71  | +91  | +71  | +124 | +178 | +178 | +258 |
|                                | +33                         | +52 | +69 | +94  | +59 | +76  | +101 | +126 | +114 | +179 | +196 | +264 | +310 |
|                                | +23                         | +37 | -54 | +79  | +37 | +54  | +79  | +104 | +79  | +144 | +144 | +210 | +310 |
| 120-140                        | -                           | -   | +81 | +110 | -   | +88  | +117 | +147 | +132 | +210 | +233 | +311 | +428 |
|                                | -                           | -   | +63 | +92  | -   | +63  | +92  | +122 | +92  | +170 | +170 | +248 | +365 |
| 160                            | +27                         | +43 | +65 | +100 | +43 | +65  | +100 | +134 | +100 | +190 | +280 | +280 | +415 |
| 160-180                        | -                           | -   | +86 | +126 | -   | +93  | +133 | +171 | +148 | +250 | +273 | +373 | +528 |
|                                |                             |     | +68 | +108 | -   | +68  | +108 | +146 | +108 | +210 | +210 | +310 | +465 |
| 180-200                        | -                           | -   | +97 | +142 |     | +106 | +151 | +195 | +168 | +282 | +308 | +422 | +592 |
|                                |                             |     | +77 | +122 |     | +77  | +122 | +166 | +122 | +236 | +236 | +350 | +520 |

Таблица Б.5

| Ном. диаметр | 18-30       | 30-50       | 50-80      | 80-120      | 120-180     | 180-250     |
|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| k6           | 4 15<br>+ 2 | + 18<br>+ 2 | +21<br>+ 2 | + 25<br>+ 3 | + 28<br>+ 3 | + 33<br>+ 4 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Параметры трапецеидальной и упорной резьб

*Резьба трапецеидальная, однозаходная*

Таблица В. 1

| Номинальный диаметр d,<br>резьбы для ряда |    |    | Шаг резьбы,<br>р | Номинальный диаметр d,<br>резьбы для ряда |     |     | Шаг резьбы,<br>р |
|-------------------------------------------|----|----|------------------|-------------------------------------------|-----|-----|------------------|
| 1                                         | 2  | 3  |                  | 1                                         | 2   | 3   |                  |
| 16                                        | 18 | -  | 4                | 50                                        | 52  | -   | 8                |
| 20                                        | -  | -  | 4                | -                                         | 56  | -   | 8                |
| -                                         | 22 | 24 | 5                | 60                                        | -   | -   | 8                |
| 26                                        | 28 | -  | 5                | -                                         | -   | 65  | 10               |
| -                                         | .  | 30 | 6                | -                                         | 70  | 75  | 10               |
| 32                                        | -  | 34 | 6                | 80                                        | -   | -   | 10               |
| -                                         | 36 | 38 | 6                | -                                         | -   | 85  | 12               |
| 10                                        | -  | 12 | 6                | -                                         | 90  | 95  | 12               |
| -                                         | 44 | 46 | 8                | 100                                       | 110 | -   | 12               |
| -                                         | 48 |    | 8                | 120                                       | -   | 130 | 16               |
| -                                         | -  | -  | -                | -                                         | 140 | 150 | 16               |
| -                                         | -  | -  | -                | 160                                       | -   | 170 | 16               |
| -                                         | -  | -  | -                | -                                         | 180 | 190 | 20               |
| -                                         | -  | -  | -                | 200                                       | -   | 210 | 20               |

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы и формулы для определения диаметров

Таблица В.2

Размеры в миллиметрах

| Шаг<br>резьбы, р | Диаметр резьбы                               |                        |                  |                          |                        |
|------------------|----------------------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|
|                  | Винта                                        |                        | Винта и<br>гайки | Гайки                    |                        |
|                  | Наружный, d                                  | Внутр., d <sub>1</sub> |                  | Наружный, d <sub>4</sub> | Внутр., d <sub>3</sub> |
| 4,0              | 16,18,20,65,70,80                            | d-4,5                  | d-2              | d+0,5                    | d-4                    |
| 5,0              | 22,24,26,28,85,90,<br>95.100,110             | d-5,5                  | d-2,5            | d+0,5                    | d-5                    |
| 6,0              | 30,32,34,36,38,40,<br>42,120,130,140,<br>150 | d-7                    | d-3              | d+1                      | d-6                    |
| 8,0              | 22,24,26,28,44,46,<br>48,50.52,55,60,<br>160 | d-9                    | d-4              | d+1                      | d-8                    |
| 10,0             | 30,32,34,36,38,40,<br>42,65,70,75,80         | d-11                   | d-5              | d+1                      | d-10                   |
| 12,0             | 44,46,50,52,55,60,<br>85,90,95,100, 110      | d-13                   | d-6              | d+1                      | d-12                   |
| 16,0             | 65,70,80,120,130,<br>140, 150,160.170        | d-18                   | d-8              | d+2                      | d-16                   |
| 20,0             | 85,90,95,100,110,<br>180.                    | d-22                   | d-10             | d+2                      | d-24                   |

## Диаметры и шаги упорной однозаходной резьбы

Таблица В.3

Размеры в миллиметрах

| Диаметр для ряда |    | Шаг резьбы | Диаметр для ряда |    | Шаг резьбы |
|------------------|----|------------|------------------|----|------------|
| 1                | 2  |            | 1                | 2  |            |
| 10               | -  | 2          | -                | 36 | 10; 6; 3   |
| 12               | -  | 2          | -                | -  | -          |
| 16               | -  | 2          | 40               | -  | 10; 6; 3   |
| -                | 18 | 2          | -                | -  | -          |
| 20               | -  | 2          | -                | 44 | 12; 8; 3   |
| -                | 22 | 8; 5; 2    | 50               | -  | 12; 8; 3   |
| -                | -  | -          | -                | 55 | 12; 8; 3   |
| 26               | -  | 8; 5; 2    | 60               | -  | 12; 8; 3   |
| -                | 28 | 8; 5; 2    | 60               | 70 | 10; 16; 4  |
| 32               | -  | 10; 6; 3   | -                | -  | -          |

## Размеры упорной резьбы и формулы определения диаметров

Таблица В.4

Размеры в миллиметрах

| Шаг резьбы | Диаметр резьбы                                         |                        |                           |                           |
|------------|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
|            | винта и гайки                                          |                        | винта                     | гайки                     |
|            | наружный d                                             | средний d <sub>2</sub> | внутренний d <sub>1</sub> | внутренний d <sub>1</sub> |
| 2          | 10, 12, 16, 18, 20, 24, 26, 28                         | d-1,5                  | d-4+0,528                 | d-3                       |
| 3          | 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 55, 60 | d-2,25                 | d-6+0,794                 | d-4,5                     |
| 4          | 65, 70, 75, 80                                         | d-3                    | d-7+0,058                 | d-6                       |
| 5          | 22, 24, 26, 28, 85, 90, 95, 100, 110                   | d-3,75                 | d-9+0,332                 | d-7,5                     |
| 6          | 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 120, 130, 140, 150         | d-1,5                  | d-11+0,586                | d-9                       |
| 8          | 22, 24, 26, 28, 44, 46, 48, 50, 52, 55, 160, 170, 180  | d-6                    | d-14+0,116                | d-12                      |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Муфты

#### Муфты упругие втулочно-пальцевые

Таблица Г. 1

| d     | [T <sub>p</sub> ], Нм | D   | L   | D <sub>1</sub> | d <sub>n</sub> | l <sub>n</sub> | Резьба | z  | D <sub>E</sub> | 1E | [n], мин <sup>-1</sup> |
|-------|-----------------------|-----|-----|----------------|----------------|----------------|--------|----|----------------|----|------------------------|
| 16-18 | 31,5                  | 90  | 84  | 58             | 10             | 19             | M8     | 4  | 19             | 15 | 6300                   |
| 20-22 | 55                    | 100 | 104 | 68             | 10             | 19             | M8     | 6  | 19             | 15 | 5600                   |
| 25-28 | 130                   | 120 | 125 | 84             | 14             | 33             | M10    | 4  | 27             | 28 | 4750                   |
| 30-38 | 240                   | 140 | 165 | 100            | 14             | 33             | M10    | 6  | 27             | 28 | 4000                   |
| 40-15 | 450                   | 170 | 226 | 120            | -              | -              | -      | 6  | -              | -  | 3350                   |
| 48-55 | 700                   | 190 | 226 | 140            | 18             | 42             | M12    | 8  | 35             | 36 | 3000                   |
| 60-65 | 1100                  | 220 | 286 | 170            | -              | -              | -      | 10 | -              | -  | 2650                   |
| 70-75 | 2000                  | 250 | 286 | 190            | 24             | 52             | M16    | 10 | 45             | 44 | 2240                   |
| 80-95 | 4000                  | 320 | 350 | 242            | 30             | 66             | M24    | 10 | 57             | 56 | 1700                   |

#### Муфты зубчатые

Таблица Г.2

| № муфты | Диаметр вала, мм |                | Допускаемый расч. момент, М <sub>p</sub> , Нм | N <sub>max</sub> , мин <sup>-1</sup> | Зубья |                |                         |
|---------|------------------|----------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------|----------------|-------------------------|
|         | d                | d <sub>k</sub> |                                               |                                      | в, мм | Число зубьев z | Модуль зацепления m, мм |
| 1       | 40               | 38             | 710                                           | 6300                                 | 12    | 30             | 2,5                     |
| 2       | 50               | 55             | 1400                                          | 5000                                 | 15    | 38             | 2,5                     |
| 3       | 60               | 55             | 3150                                          | 4000                                 | 20    | 40             | 3                       |
| 4       | 75               | 75             | 5600                                          | 3350                                 | 25    | 48             | 3                       |
| 5       | 90               | 95             | 8000                                          | 2800                                 | 25    | 56             | 3                       |
| 6       | 105              | -              | 11800                                         | 2500                                 | 30    | 48             | 4                       |
| 7       | 120              | 120            | 19000                                         | 2120                                 | 35    | 56             | 4                       |
| 8       | 140              | 150            | 23600                                         | 1900                                 | 35    | 62             | 4                       |
| 9       | 160              | -              | 30000                                         | 1700                                 | 35    | 46             | 6                       |
| 10      | 180              | -              | 50000                                         | 1400                                 | 40    | 56             | 6                       |
| 11      | 220              | -              | 71000                                         | 1250                                 | 45    | 48             | 8                       |
| 12      | 250              | -              | 100000                                        | 1120                                 | 50    | 54             | 8                       |

## Шпонки призматические

Таблица Г.3

| Диаметр вала d  | Размеры шпонки |    |           | Глубина паза         |                         | Размер К<br>для расчета<br>на смятие |
|-----------------|----------------|----|-----------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                 | b              | h  | l         | (вал) t <sub>1</sub> | (втулка) t <sub>2</sub> |                                      |
| Св.12 до 17 Св. | 5              | 5  | 10-56 14- | 3                    | 2,3                     | 2,3                                  |
| 17 до 22        | 6              | 6  | 70 18-90  | 3,5                  | 2,8                     | 2,6                                  |
| Св.22 до 30     | 8              | 7  |           | 4                    | 3,3                     | 3,0                                  |
| Св.30 до 38     | 10             | 8  | 22-110    | 5                    | 3,3                     | 3,5                                  |
| Св.38 до 44     | 12             | 8  | 28-140    | 5                    | 3,3                     | 3,6                                  |
| Св.44 до 50     | 14             | 9  | 36-160    | 5,5                  | 3,8                     | 4,0                                  |
| Св.50 до 58     | 16             | 10 | 45-180    | 6                    | 4,3                     | 4,3                                  |
| Св.58 до 65     | 18             | 11 | 50-200    | 7                    | 4,4                     | 4 8                                  |
| Св.65 до 75     | 20             | 12 | 56-220    | 7,5                  | 4,9                     | 5,2                                  |
| Св.75 до 85     | 22             | 14 | 63-250    | 9                    | 5,4                     | 6                                    |
| Св.85 до 95     | 25             | 14 | 70-280    | 9                    | 5,4                     | 6,2                                  |

## Сортамент стальных прокатных профилей

### Швеллеры с параллельными гранями полок

Таблица Д. 1

| Номер<br>швеллера | h, мм | b, мм | Площадь<br>сечения,<br>см <sup>2</sup> | Масса<br>1 м, кг | W <sub>x</sub><br>см <sup>3</sup> | W <sub>y</sub><br>см <sup>3</sup> |
|-------------------|-------|-------|----------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5                 | 50    | 32    | 6,16                                   | 4,84             | 9,14                              | 2,99                              |
| 6.5               | 65    | 32    | 7,51                                   | 5,9              | 15,0                              | 4,06                              |
| 6                 | 80    | 40    | 8,98                                   | 7,05             | 22,5                              | 5,31                              |
| 10                | 100   | 46    | 10,9                                   | 8,59             | 34,9                              | 7,37                              |
| 12                | 120   | 52    | 13,3                                   | 10,4             | 50,8                              | 9,84                              |
| 14                | 140   | 58    | 15,6                                   | 12,3             | 70,4                              | 12,9                              |
| 14a               | 140   | 62    | 17,0                                   | 13,3             | 78,2                              | 15,7                              |
| 16                | 160   | 64    | 18,1                                   | 14,2             | 93,8                              | 16,4                              |
| 16a               | 160   | 68    | 19,5                                   | 15,3             | 103,0                             | 19,6                              |
| 18                | 180   | 70    | 20,7                                   | 16,3             | 121,0                             | 20,6                              |
| 18a               | 180   | 74    | 22,2                                   | 17,4             | 133,0                             | 24,3                              |
| 20                | 200   | 76    | 23,4                                   | 18,4             | 153,0                             | 25,2                              |
| 20a               | 200   | 80    | 25,2                                   | 19,6             | 166,0                             | 29,7                              |
| 22                | 220   | 82    | 26,7                                   | 21,0             | 193,0                             | 31,0                              |
| 22a               | 220   | 87    | 28,8                                   | 22,6             | 212,0                             | 37,0                              |
| 24                | 240   | 90    | 30,6                                   | 24,0             | 243,0                             | 39,5                              |
| 24a               | 240   | 95    | 32,9                                   | 25,6             | 266,0                             | 46,5                              |
| 27                | 270   | 95    | 35,2                                   | 27,7             | 310,0                             | 46,7                              |
| 30                | 300   | 100   | 40,5                                   | 31,8             | 389,0                             | 54,8                              |
| 33                | 330   | 105   | 46,5                                   | 36,5             | 486,0                             | 64,6                              |
| 36                | 360   | 110   | 53,4                                   | 41,9             | 603,0                             | 76,3                              |
| 40                | 400   | 115   | 61,5                                   | 48,3             | 763,0                             | 89,9                              |

Таблица Д.2

| Номер балки | h, мм | b, мм | Площадь сечения | Масса 1 м, кг | W <sub>x</sub> см <sup>3</sup> | W <sub>y</sub> см <sup>3</sup> |
|-------------|-------|-------|-----------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 10          | 100   | 55    | 12              | 9,46          | 39,7                           | 6,49                           |
| 12          | 120   | 64    | 14,7            | 11,5          | 58,4                           | 8,72                           |
| 14          | 140   | 73    | 17,4            | 13,7          | 81,7                           | 11,5                           |
| 16          | 160   | 81    | 20,2            | 15,9          | 109,0                          | 14,5                           |
| 18          | 180   | 90    | 23,4            | 18,4          | 143,0                          | 18,4                           |
| 18a         | 180   | 100   | 25,4            | 19,9          | 159,0                          | 22,8                           |
| 20          | 200   | 100   | 26,8            | 21,0          | 184,0                          | 23,1                           |
| 20a         | 200   | 110   | 28,9            | 22,7          | 203,0                          | 28,2                           |
| 22          | 220   | 110   | 30,6            | 24,0          | 232,0                          | 28,6                           |
| 22a         | 220   | 120   | 32,8            | 25,6          | 254,0                          | 34,3                           |
| 24          | 240   | 115   | 34,8            | 27,3          | 289,0                          | 34,5                           |
| 24a         | 240   | 125   | 37,5            | 29,4          | 317,0                          | 41,6                           |
| 27          | 270   | 125   | 40,2            | 31,5          | 371,0                          | 41,5                           |
| 27a         | 270   | 135   | 43,2            | 33,9          | 407,0                          | 50,0                           |
| 30          | 300   | 135   | 46,5            | 36,5          | 472,0                          | 49,9                           |
| 30a         | 300   | 145   | 49,9            | 39,2          | 518,0                          | 60,1                           |
| 33          | 330   | 140   | 53,8            | 42,2          | 597,0                          | 59,9                           |
| 36          | 360   | 145   | 61,9            | 48,6          | 743,0                          | 71,1                           |
| 40          | 400   | 155   | 72,6            | 57,0          | 953,0                          | 86,1                           |
| 45          | 450   | 160   | 84,7            | 66,5          | 1231,0                         | 101,0                          |
| 50          | 500   | 170   | 100,0           | 78,5          | 1558,0                         | 123,0                          |
| 55          | 550   | 180   | 118,0           | 92,6          | 2035,0                         | 151,0                          |
| 60          | 600   | 190   | 138,0           | 108,0         | 2560,0                         | 182,0                          |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Соотношение между единицами разных систем

МКС - система единиц измерения, в которой основными единицами являются метр, килограмм-сила и секунда; её называют также технической системой единиц. МКС оформилась в середине XIX века; в настоящее время почти не используется.

## Соотношение между единицами разных систем

| Величина                      | Важнейшие производные единицы системы МКГСС и внесистемные механические единицы |                                      | Размер единицы в системе СИ          |                              |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
|                               | единицы измерения                                                               | сокращенное обозначение единицы      |                                      |                              |
|                               |                                                                                 | русское                              | латинское                            |                              |
| 1                             | 2                                                                               | 3                                    | 4                                    | 5                            |
| Частота                       | герц                                                                            | Гц                                   | Hz                                   | Размеры совпадают            |
| Угловая скорость              | радиан в секунду                                                                | рад/с                                | rad/s                                | То же                        |
| Угловое ускорение             | радиан на секунду в квадрате                                                    | рад/с <sup>2</sup>                   | rad/s <sup>2</sup>                   | »                            |
| Скорость                      | метр в секунду                                                                  | м/с                                  | m/s                                  | »                            |
| Ускорение                     | метр на секунду в квадрате                                                      | м/с <sup>2</sup>                     | m/s <sup>2</sup>                     | »                            |
| Площадь                       | квадратный метр                                                                 | м <sup>2</sup>                       | m <sup>2</sup>                       | »                            |
| Объем                         | кубический метр                                                                 | м <sup>3</sup>                       | m <sup>3</sup>                       | »                            |
| Масса                         | килограмм-сила-секунда в квадрате на метр                                       | кгс · с <sup>2</sup> /м              | kgf · s <sup>2</sup> /m              | кг                           |
| Плотность                     | килограмм-сила-секунда в квадрате на метр в четвертой степени                   | кгс · с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> | kgf · s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> | кг/см <sup>3</sup>           |
| Момент инерции [динамический] | килограмм-сила-метр-секунда в квадрате                                          | кгс · м · с <sup>2</sup>             | kgf · m · s <sup>2</sup>             | 9,80665 кг · м <sup>2</sup>  |
| Работа (энергия)              | килограмм-сила-метр                                                             | кгс · м                              | kgf · m                              | 9,80665 Дж                   |
| Мощность                      | килограмм-сила-метр в секунду                                                   | кгс · м/с                            | kgf · m/s                            | 9,80665 Вт                   |
| Давление (напряжение)         | килограмм-сила на квадратный метр                                               | кгс/м <sup>2</sup>                   | kgf/m <sup>2</sup>                   | 9,80665 Н/м <sup>2</sup>     |
| Динамическая вязкость         | килограмм-сила-секунда на квадратный метр                                       | кгс · с/м <sup>2</sup>               | kgf · s/m <sup>2</sup>               | 9,80665 П · с/м <sup>2</sup> |

## Продолжение табл. 1

| 1                       | 2                          | 3                 | 4                 | 5                                      |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------|
| Кинематическая вязкость | квадратный метр на секунду | м <sup>2</sup> /с | m <sup>2</sup> /s | Размеры совпадают                      |
| Масса                   | тонна                      | т                 | t                 | 1 · 10 <sup>3</sup> кг                 |
| »                       | центнер                    | ц                 | q                 | 1 · 10 <sup>2</sup> кг                 |
| Время                   | час                        | ч                 | h                 | 3600 с                                 |
| »                       | минута                     | мин               | min               | 60 с                                   |
| Плоский угол            | градус                     | °                 | °                 | $\frac{\pi}{180}$ рад                  |
| »    »                  | минута                     | '                 | '                 | $\frac{\pi}{108}$ 10 <sup>-2</sup> рад |
| »    »                  | секунда                    | "                 | "                 | $\frac{\pi}{648}$ 10 <sup>-3</sup> рад |
| Площадь                 | ар                         | а                 | a                 | 100 м <sup>2</sup>                     |
| »                       | гектар                     | га                | ha                | 1 · 10 <sup>4</sup> м <sup>2</sup>     |
| Объем                   | литр                       | л                 | l                 | 0,001 м <sup>3</sup>                   |
| Угол поворота           | оборот                     | об                | —                 | 2π рад                                 |
| Угловая скорость        | оборот в минуту            | об/мин            | —                 | $\frac{\pi}{30}$ рад/с                 |
| »    »                  | оборот в секунду           | об/с              | —                 | 2π рад/с                               |
| Сила                    | тонна-сила                 | тс                | —                 | 9,80665 · 10 <sup>3</sup> Н            |
| Мощность                | лошадиная сила             | л. с.             | —                 | 735,499 Вт                             |
| Работа (энергия)        | ватт-час                   | Вт · ч            | W · h             | 3,6 · 10 <sup>3</sup> Дж               |
| Давление                | техническая атмосфера      | ат                | at                | 1 · 10 <sup>5</sup> Н/м <sup>2</sup>   |
|                         | бар                        | бар               | bar               | 1 · 10 <sup>5</sup> Н/м <sup>2</sup>   |

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: АСАДЕМА, 2003.
2. Ильский А.И., Шмидт А.П. Буровые машины и механизмы. М.: Недра, 1989.
3. Ефимченко С.И., Прыгаев А.К. Расчет и конструирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов: Ч. 1. Расчет и конструирование оборудования для бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов. – М.: Нефть и газ, 2006 г. – 736 с.
4. Булатов А.И., Долгов С.В. Спутник буровика: В двух книгах. – М.: ООО «Недра-бизнесцентр», 2006 г.

### **Дополнительная**

1. Аваков В. Л. Расчеты бурового оборудования. - М.: Недра, 1973.
2. Айзенштейн М. Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности. - М.: Гостоптехиздат, 1957.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя, три тома. - М.: Машиностроение, 1979.
4. Беззубов А. В. Насосы для добычи нефти. - М.: Недра, 1986.
5. Беззубов А. В. Компрессоры для добычи нефти. - М.: Недра, 1987.
6. Безопасность труда в нефтедобывающих и газоперерабатывающих производствах. М.: Недра, 1989.
7. Булатов А. И. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности. - М.: Недра, 1997.
8. Воевода А. Н. Монтаж оборудования при кустовом бурении скважин. - М.: Недра, 1987.
9. Волков А. С. Буровые геологоразведочные насосы. - М.: Недра, 1978.
10. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора. - Ленинград: Машиностроение, 1984.
11. Гульянц Г. М. Справочное пособие по противовыбросовому оборудованию. -М.: Недра, 1983.
12. Денисов П. Г. Сооружение буровых. - М.: Недра, 1989.
13. Ивашков И. И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1991.
14. Ильский А.А. Расчет и конструирование бурового оборудования. - М.: Недра, 1985.
15. Кузнецов В. С. Обслуживание и ремонт бурового оборудования. - М.: Недра. 1973.
16. Куцин П. В. Охрана труда в нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра. 1987.
17. Молоканов Ю. К. Монтаж аппаратов и оборудования для нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра, 1982.
18. Нефедов Н. А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. -М.: Машиностроение, 1984.
- 20.Карташов Г. И. и др. Охрана труда при строительстве объектов нефтяной и газовой промышленности, под ред. - М.: Недра, 1988.
21. Палашкин Е. А. Справочник механика глубокого бурении. - М.: Недра, 1974.
22. Палашкин Е. А. Справочник механика глубокого бурения. - М.: Недра, 1981.
23. Авербух М. В. и др. Ремонт и монтаж бурового и нефтегазопромыслового оборудования. - М.: Недра, 1976.
24. Чичеров Л. Г. и др. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. - М.: Недра, 1987.
25. Расчет и конструирование оборудования для эксплуатации нефтяных скважин. Гостоптехиздат, 1959.
26. Романов М. Я. Сборник задач по деталям машин. - М.: Машиностроение, 1984.
27. Степанов В. В. Справочник сварщика, под ред. - М.: Машиностроение, 1975.
28. Борисова Ю. С. Справочник механика машиностроительного завода, 2 тома. -М.: Машиностроение, 1971.

29. Сооружение и ремонт нефтегазопроводов под ред. Березина В. Л. и др. М.: Недра, 1972.
30. Справочник нефтепромыслового оборудования, под ред. Бухаленко Е. И. М.: Недра, 1973.
31. Трубы нефтяного сортамента, справочник под ред. Сароян А. В. М.: Недра, 1973.
32. Субботин С. С. Дефектоскопия нефтяного оборудования и инструмента при эксплуатации. - М.: Недра, 1981.
33. Таубер Б.А. Подъемно-транспортные машины. - М.: Экология, 1991.
34. Харламенко В. И. Эксплуатация насосов магистральных нефтепродуктопроводов.-М.: Недра, 1978.
35. Чекмарев А. А. Справочник по машиностроительному черчению. - М.: Высшая школа, 1994.
36. Чернин И. М. Расчеты деталей машин. - Минск: Высшая школа, 1974.
37. Яременко О. А. Испытание насосов. - М.: Машиностроение, 1976.
38. Использование методического пособия и расчеты учреждений НПО-СПО-ВПО нефтегазового профиля