

**Министерство образования РФ
Хабаровский государственный технический университет**

Кафедра «Детали машин»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Требования к содержанию и правилам оформления
В соответствии с СТП ХГТУ 2.5.01.1-01 и СТП ХГТУ 2.5.02.0-01

Хабаровск - 2001

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Пояснительная записка (ПЗ) является текстовым документом и должна содержать исчерпывающие систематизированные сведения о выполненной работе.

Общими требованиями к ПЗ являются:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительная аргументация;
- обоснованность выводов, рекомендаций и предложений.

В ПЗ следует применять стандартизованную терминологию, избегать непривычных терминов и символов. Сокращения слов не допускаются. Все расчеты следует приводить в единицах международной системы (СИ).

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка (ПЗ) должна содержать в указанной ниже последовательности:

- титульный лист;
- задание на проектирование;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников.

Примечание. Спецификации составляются для сборочных чертежей курсового проекта. Они не являются приложениями к пояснительной записке и не включаются в общее число её листов. Подшиваются в конце ПЗ и в содержании не указываются.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. Титульный лист

3.1.1. Титульный лист является первым листом пояснительной записки.

3.1.2. Титульный лист выполняют на листах формата А4 по форме, приведенной на рис. 3.1:

поле 1 – наименование министерства, в систему которого входит учебное заведение;

поле 2 – наименование учебного заведения;

поле 3 – наименование кафедры, на которой разработан проект;

поле 4 – наименование изделия (крупным шрифтом) и соответственно документа, на который составляют титульный лист;

поле 5 – обозначение документа (крупным шрифтом);

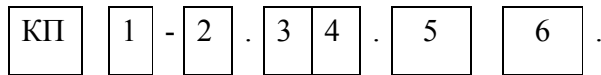
поле 6 – разработчик документа и руководитель проекта;

поле 7 – год выполнения проекта (без указания слова «год» или «г»).

1
2
3
4
5
6
7

Рис. 3.1. Расположение полей титульного листа

3.1.3. Обозначение документа имеет следующую структуру:



- В поле 1 записывают номер выданного технического задания.
- В поле 2 записывают номер варианта задания.
- В поле 3 записывают порядковый номер основной сборочной единицы, входящей в состав изделия (1 – 9).
- В поле 4 записывают порядковый номер сборочной единицы, входящей в состав основной сборочной единицы (1 – 9).
- В поле 5 записывают номер детали (11 – 99).
- В поле 6 приводят буквенное обозначение документа.

В обозначении всего проектируемого изделия в полях 3, 4 и 5 записываются нули. Такое же обозначение имеет и спецификация на данное изделие (привод).

Примеры обозначения конструкторской документации изделия:

- | | |
|-------------------|--|
| КП 56-02.00.00 | – спецификация изделия (привода); |
| КП 56-02.00.00 ВО | - чертеж общего вида привода; |
| КП 56-02.00.00 ПЗ | - пояснительная записка; |
| КП 56-02.10.00 | - спецификация основной сборочной единицы, входящей в состав изделия (редуктор); |
| КП 56-02.00.11 | - обозначение детали. |

Пример обозначения конструкторской документации основной сборочной единицы, входящей в состав изделия:

- | | |
|-------------------|--|
| КП 56-02.10.00 | - спецификация; |
| КП 56-02.10.00 СБ | - сборочный чертеж; |
| КП 56-02.11.00 | - спецификация составляющей сборочной единицы; |
| КП 56-02.10.14 | - обозначение детали. |

Пример заполнения титульного листа приведен в прил. 1.

Титульный лист включают в общее количество листов ПЗ.

3.2. Задание на проектирование (техническое задание)

3.2.1. Задание является вторым листом пояснительной записки и оформляется на бланке утвержденной формы.

3.2.2. В графе «Исходные данные» приводятся:

- схема привода (количество проекций должно быть достаточным, чтобы исчерпывающе отразить конструкцию механизма) с указанием основных составляющих элементов (электродвигатель, муфта, редуктор, ременная передача и т. п.);
- график нагрузки (при переменном режиме работы привода);
- численные значения исходных данных, необходимые и достаточные для полного расчета механизма.

3.2.3. В графе «Содержание расчетно-пояснительной записки» приводятся перечень подлежащих разработке разделов и сроки их выполнения по указанию руководителя проекта (план-график работы над КП). Возможно указание ориентировочного объема разделов от объема всего курсового проекта в процентах и количество недель, отводимых на их выполнение.

3.2.4. В графе «Графическая часть» приводится перечень обязательных чертежей с указанием количества листов, их форматов. При необходимости указывается количество проекций сборочного чертежа редуктора и общего вида привода, количество или перечень рабочих чертежей деталей редуктора. Оговариваются временной объем и сроки выполнения чертежей.

Задание оформляется на обеих сторонах листа и является единым листом в составе ПЗ.

Пример заполнения бланка задания приведен в прил. 2.

3.3. Реферат

Реферат является обязательным разделом в курсовом проекте.

Реферат должен отражать основное содержание курсового проекта. В нем должны излагаться краткие сведения о проведенной работе.

Реферат выполняется по следующей схеме:

- сведения об объеме графической части, объеме ПЗ, количестве иллюстраций, количестве таблиц, количестве использованных источников, количестве приложений;

- перечень ключевых слов;

- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание ПЗ. Перечень должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста ПЗ. Ключевые слова пишутся в именительном падеже, в строку, через запятую, прописными буквами.

Текст реферата должен отражать:

- объект исследования;

- цель работы, её содержание;

- конструктивные решения, принятые в связи с особенностями компоновки привода;

- полученные результаты.

Оптимальный объем текста реферата – 1200 знаков, но не более 2000 знаков и не должен превышать одного листа.

Реферат включают в общее количество листов ПЗ.

Пример оформления в прил. 3.

3.4. Содержание

Содержание является обязательным разделом ПЗ для курсовых проектов и работ. В нем перечисляют наименования разделов и подразделов (начиная с введения), список использованных источников, приложения и их наименования, а также указывают номера листов, на которых они помещены. Содержание начинают с нового листа.

Наименования разделов записывают прописными буквами, а наименования подразделов, включенные в содержание, записывают строчными

буквами, начиная с прописной буквы. Номера листов проставляют с правой стороны листа.

Содержание включают в общее количество листов ПЗ.

Пример оформления в прил. 4.

3.5. Введение

Введение является обязательным разделом ПЗ курсового проекта (работы). Введение должно содержать:

- цель курсового проектирования;
- задачу на данный проект;
- описание разрабатываемого механизма, особенности его компоновки;
- критерии работоспособности и расчета, используемые в разделах проекта, а также обоснование принятия некоторых конструктивных решений, связанных с особенностью конструкции механизма.

Пример оформления в прил. 5.

3.6. Основная часть

Основная часть ПЗ содержит разделы, отражающие содержание и результаты выполненной работы. Объем и содержание основной части курсовых проектов и работ определяются кафедрой, на которой выполняется данный проект (работа).

3.6.1. Выбор электродвигателя

Необходимо указать критерии, по которым выбирается электродвигатель, привести кинематическую схему привода и описать её, выполнить необходимые расчеты.

На кинематической схеме обозначаются только кинематические звенья привода (шкивы, зубчатые колеса, звездочки). Нумеруются звенья арабскими

цифрами по ходу силового потока, начиная от двигателя. Номера указываются на выносках по контуру изображения схемы привода. Валы обозначаются по номерам расположенных на них звеньев.

После выбора электродвигателя выполняется его эскиз с основными размерами. Допускается размеры на рисунке нанести в буквенном виде, а ниже в табличной форме представить значения этих размеров.

Пример оформления в прил. 6.

3.6.2. Кинематический и силовой расчет

Целью раздела является определение передаточных чисел передач привода, а также параметров вращательного движения, передаваемого элементами передач и валами механизма.

При выборе передаточных чисел следует использовать рекомендации учебной литературы (в зависимости от схемы редуктора). Предпочтение следует отдавать стандартным значениям согласно ГОСТ 2185-66.

После определения передаточных чисел последовательно определяются частоты вращения валов, их угловые скорости, мощности, передаваемые валами, и значения крутящих моментов.

Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Пример оформления в прил. 7.

3.6.3. Расчет передач привода

На практике в ходе выполнения проекта возможно выполнение расчетов передач в произвольной последовательности (обычно в первую очередь рассчитываются передачи редуктора). В ПЗ расчеты передач необходимо приводить последовательно по ходу силового потока, кроме случаев, когда размеры быстроходных передач определяют тихоходные (соосные редукторы) или расчетный КПД существенно отличается от ранее принятого (зубчато-червячные редукторы).

Расчет каждой передачи необходимо приводить отдельно от других и начинать с нового листа.

Расчет зубчатых передач выполняется по следующей схеме :

- 1) исходные данные;
- 2) выбор материалов зубчатых колес, термообработки и твердости;
- 3) определение допускаемых напряжений;
- 4) определение коэффициентов нагрузки;
- 5) определение геометрических параметров передачи;
- 6) проверочные расчеты;
- 7) силы, действующие в зацеплении;
- 8) таблица результатов расчета передачи.

В п.1 необходимо привести эскиз передачи с определяемыми размерами в буквенном виде (рис. 3.2).

Если рассчитываются однотипные передачи, используются общие расчетные зависимости, одинаковые материалы зубчатых колес, их термообработка, твердость и т.п., то делаются ссылки на предыдущие пункты ПЗ, в которых впервые приводятся данные зависимости, их описание, выбор тех или иных материалов или других параметров расчетов.

Результаты расчета передачи сводятся в таблицу результатов расчета.

3.6.4. Ориентировочный расчет валов

Целью раздела является определение диаметров отдельных участков валов. Расчет проводится на чистое кручение (без учета действия изгиба) по пониженным допускаемым напряжениям. Расчет каждого вала является самостоятельным подразделом.

Для каждого вала необходимо привести его эскиз с определяемыми размерами в буквенном виде (рис. 3.3).

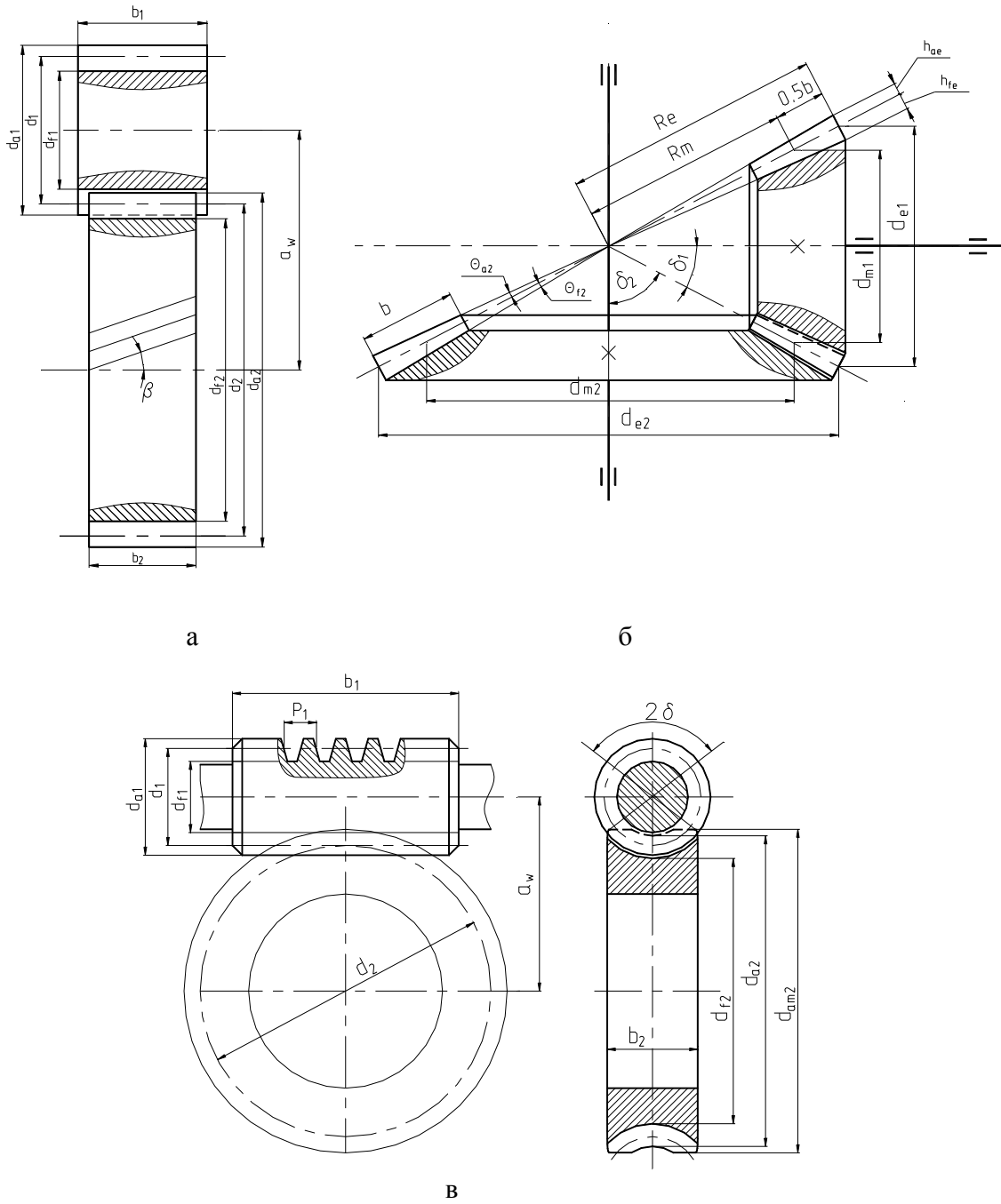


Рис. 3.2. Эскизы передач: а – цилиндрическая передача;
б – коническая передача; в – червячная передача

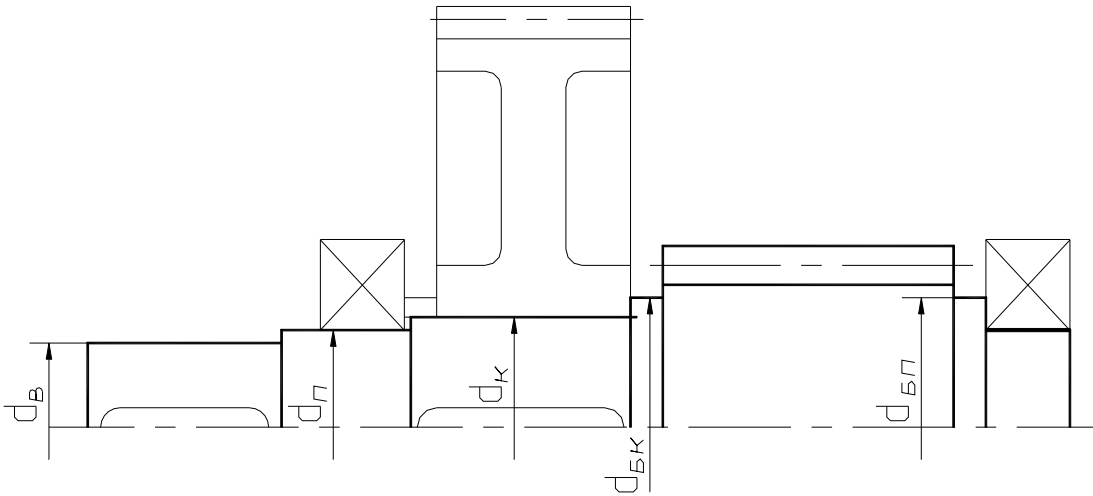


Рис. 3. 3. Эскиз вала

В последнем подразделе намечают подшипники, выполняют их эскизы с основными размерами (рис. 3.4) и приводят их параметры в таблице параметров.

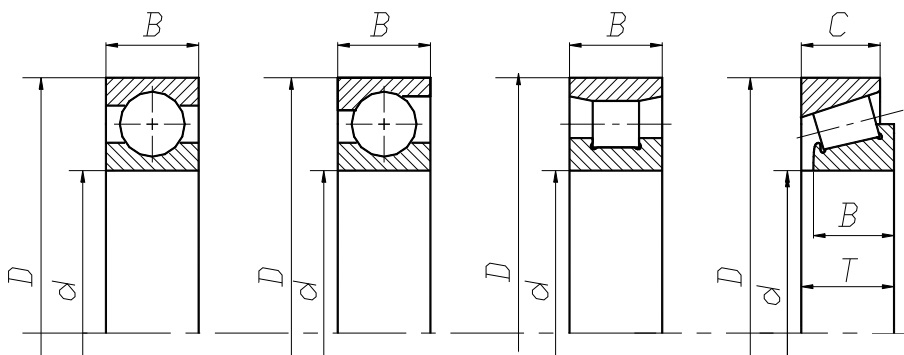


Рис. 3. 4. Эскизы подшипников

3.6.5. Конструктивные размеры зубчатых колес (ЗК)

Цель раздела - определить размеры конструктивных элементов зубчатых колес (диаметр ступицы $d_{ст}$, длина ступицы $l_{ст}$, толщина диска s , толщина обода δ).

Расчет размеров ЗК проводится последовательно по ходу передачи вращательного движения.

Для каждого ЗК и шестерни, выполненных отдельно от вала, приводятся их размеры, полученные в геометрическом расчете передачи, оговаривается способ получения заготовки, выполняется эскиз с искомыми размерами в буквенном виде. Если шестерня выполняется заодно с валом (вал-шестерня), то это оговаривается, приводятся размеры, полученные в расчете передачи (d , d_a , d_f , b).

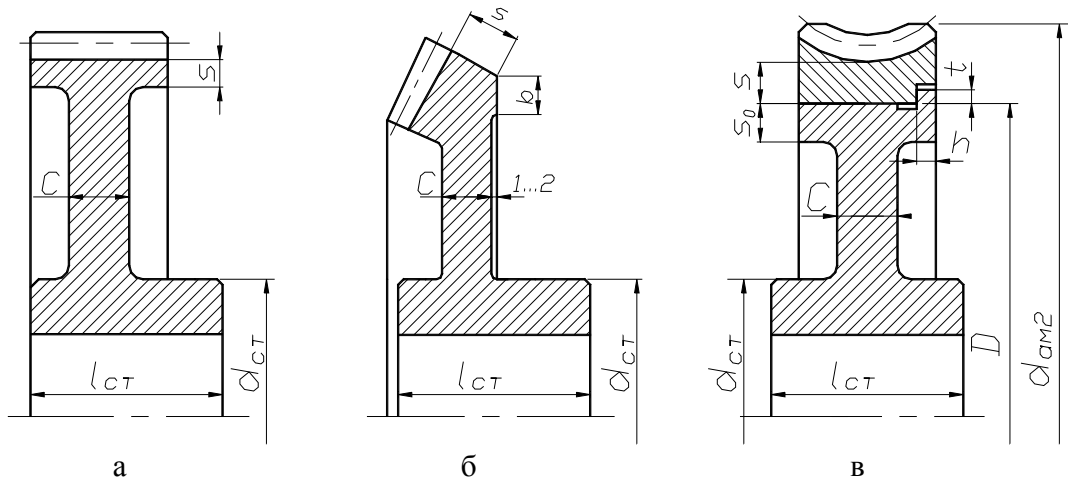


Рис. 3. 5. Эскизы колес: а – цилиндрическое колесо;
 б – коническое колесо; в – червячное колесо

Если конструкция нескольких колес в редукторе одинакова, достаточно сделать один эскиз (рис. 3.5), отображающий их конструкцию.

3.6.6. Конструктивные размеры корпуса

Определяются основные размеры корпусных деталей: толщина стенок основания корпуса и крышки корпуса, толщина фланцев, диаметры болтов фундаментных, крепящих крышку к корпусу.

Размеры остальных конструктивных элементов корпуса, крышек подшипников и других деталей редуктора выбираются по рекомендациям учебной литературы и описания не требуют.

Также в ПЗ не требуется приводить последовательность выполнения компоновки редуктора.

3.6.7. Проверка долговечности подшипников

Пригодность подшипников оценивается по их долговечности из расчета по динамической грузоподъемности. Выбранные подшипники должны быть работоспособны в течение требуемого срока эксплуатации. В особых случаях допускается снижение расчетной долговечности применяемых подшипников до минимально допустимых значений

(для опор валов зубчатых передач – 10 000 ч, червячных передач – 5 000 ч).

Объем данного раздела КП определяется руководителем проекта. По умолчанию необходимо проверить пригодность подшипников всех валов редуктора.

В начале раздела необходимо построить пространственную схему сил, действующих в приводе.

Схема выполняется в аксонометрии на основании кинематической схемы привода. Зубчатые колеса, находящиеся в зацеплении, для наглядности разводят (рис. 3.6).

Расчет подшипников каждого вала выполняется в отдельном подразделе. На отдельном листе внутри каждого подраздела выполняется комплексный рисунок, содержащий эскиз вала с размещенными на нем деталями, расчетную схему вала, эпюры изгибающих моментов и крутящего момента (рис. 3.7).

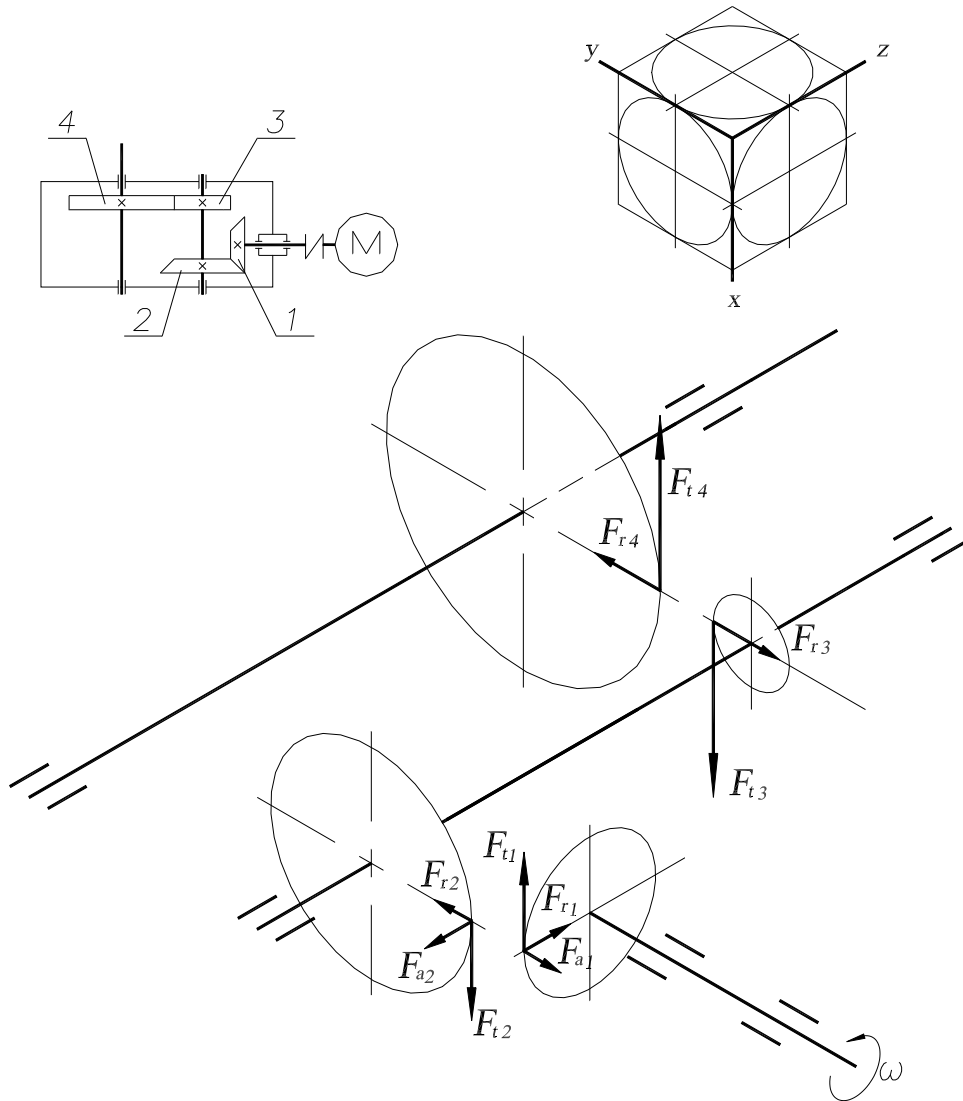


Рис. 3. 6. Пространственная схема сил

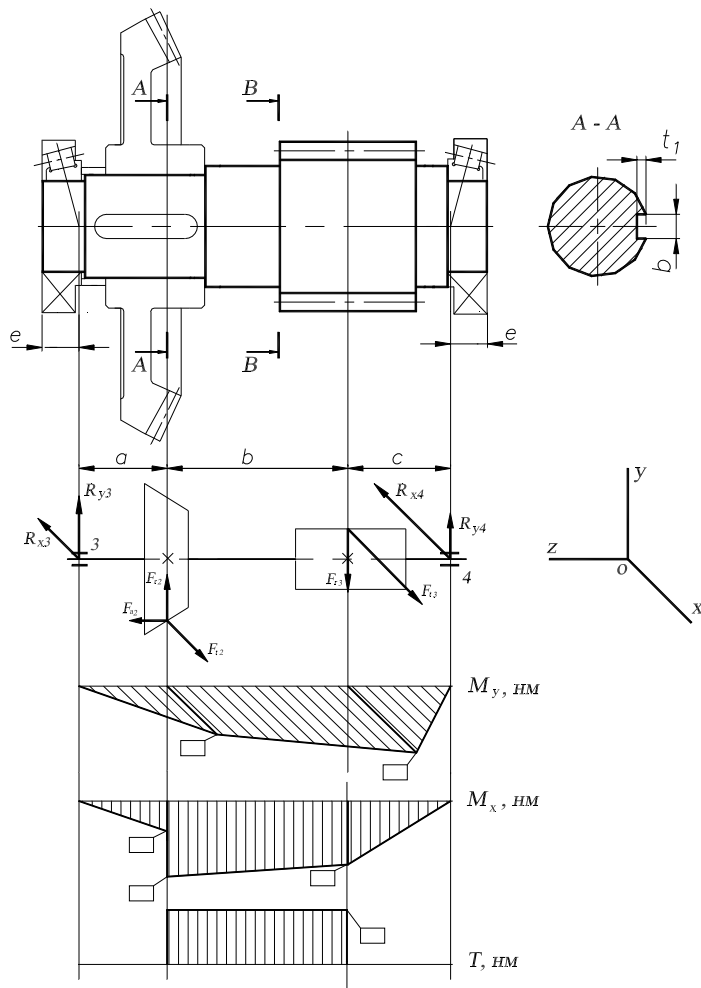


Рис. 3. 7. Расчетная схема и эпюры вала

3.6.8. Проверка прочности соединений вал – ступица

Необходимо определить способ передачи вращательного движения между валами и насаживаемыми на них деталями передач, проверить работоспособность этих соединений с учетом реальных размеров согласно компоновке механизма.

Объем раздела определяется руководителем проекта. По умолчанию проверяются соединения на всех валах. К каждому типу соединения необходимо выполнить рисунок с размерами в буквенном виде.

3.6.9. Уточненный расчет валов редуктора

Объем данного раздела проекта необходимо согласовать с руководителем проекта.

Расчет каждого вала выделяется в подразделы, а опасные сечения выделяются в пункты ПЗ. Положение опасных сечений на валах показывается на рисунках раздела 7.

Выбор каждого сечения необходимо обосновать.

3.6.10. Проверка муфт

Выполняется по заданию руководителя проекта.

Необходимо привести эскиз применяемой муфты и проверить её элементы на прочность.

3.6.11. Выбор смазки

Необходимо обосновать выбор способа смазки передач и подшипников редуктора, а также выбрать смазочные материалы.

3.6.12. Выбор посадок деталей редуктора

Выполняется по указанию руководителя проекта.

Определяется требуемый характер сопряжения деталей редуктора, записывается условное обозначение сопряжения, приводятся рисунки полей допусков, определяются размеры зазоров, натягов, характеризующих данное соединение.

3.6.13. Сборка и регулировка редуктора

Описываются последовательность сборки редуктора, отдельных его узлов, а также проводимые при этом регулировки, влияющие на качество работы механизма.

3.7. Заключение

Заключение является обязательным разделом ПЗ и должно содержать оценку результатов работы.

Пример оформления в прил. 8.

3.8. Список использованных источников

Список является обязательным разделом ПЗ курсовых проектов (работ), оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32 - 91, включается в содержание ПЗ.

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении проекта.

Располагать источники в списке следует в порядке появления ссылок в тексте. Пример оформления списка приведен в прил. 9.

Примечание. В списке использованных источников не допускается приводить источники, на которые нет ссылок в тексте ПЗ.

4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

4.1. Общие требования

4.1.1. Пояснительная записка выполняется на одной стороне листов белой бумаги формата А4 (210×297) по ГОСТ 2.301. Основная надпись на листах выполняется по форме 2а (кроме реферата – форма 2) ГОСТ 2.104 ЕСКД. Формы 2 и 2а приведены соответственно в прил. 10 и 11.

4.1.2. Текстовые документы выполняют одним из следующих способов:

- Машинописным - на одной стороне листа через два интервала.

Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная).

- Рукописным - основным чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм черной тушью (чернилами или пастой).

- С применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Допускается оформление ПЗ с применением существующих текстовых редакторов шрифтом, близким к шрифту пишущей машинки, с выполнением требований ГОСТ 13.1.002. Например, при использовании текстового редактора MS-WORD это шрифт № 14 "Courier" с межстрочным интервалом, равным полуторному интервалу пишущей машинки.

4.1.3. Вписывать в ПЗ отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации и таблицы следует черной тушью (чернилами, пастой).

4.1.4. Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрасиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного

текста. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются.

4.6. Построение пояснительной записки

Формат: Список

4.2.1. Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

4.2.2. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей ПЗ, обозначенные арабскими цифрами без точки.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также точка не ставится.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов, а те в свою очередь из подпунктов.

4.2.3. Если разделы не имеют подразделов, то нумерация пунктов в них должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка также не ставится.

Если раздел имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

4.2.4. Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

4.2.5. Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т.д.

4.3. Расположение текста

4.3.1. Каждый раздел и подраздел (кроме первого в разделе) необходимо начинать с нового листа.

4.3.2. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзаца.

4.3.3. Наименования разделов и подразделов должны быть краткими. Наименования разделов записывают в виде заголовков: нумерованные (реферат, содержание, введение и т.д.) – прописными буквами основного шрифта текста ПЗ симметрично тексту, нумерованные – с абзаца прописными буквами. Наименования подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Недопустимо написание заголовка в конце листа, а последующего текста - на следующем листе. Целесообразно, чтобы под заголовком было написано не менее трех строк.

4.3.4. Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять в начале строк и в конце строк не менее 3 мм.

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

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15—17 мм).

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм, между заголовками раздела и подраздела – 10 мм, между строками текста не менее 8 мм (полуторный интервал при использовании MS Word).

Пример выполнения некоторых разделов пояснительной записки приведен в прил. 1 - 9.

4.4. Изложение текста ПЗ

4.4.1. Текст ПЗ должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

В ПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии — общепринятые в научно-технической литературе.

4.4.2. В тексте ПЗ не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

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

- применять сокращения слов, кроме установленных ГОСТ 7.12 – 93;

- использовать в тексте математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин. Вместо математического знака (-) следует писать слово «минус»;

- употреблять математические знаки без цифр, например \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер) , % (процент);

- применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ СЭВ) без регистрационного номера.

4.4.3. Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным государственным стандартам. В тексте документа перед обозначением

параметра дают его пояснение, например: «Временное сопротивление разрыву σ_B ».

4.4.4. Числовые значения величин в тексте должны указываться с необходимой степенью точности, при этом в ряду величин выравнивание числа знаков после запятой обязательно. Например, расчет всех геометрических параметров зубчатых передач необходимо приводить с точностью до третьего знака после запятой, а значения сил, действующих в передачах, крутящих моментов можно округлять до целых чисел.

В тексте документа числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности - словами, например: «Зазор - не более 2 мм», «Катушку пропитать два раза».

4.4.5. Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной. Если в тексте документа приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,5; 1,75; 2 мм.

4.5. Оформление расчетов, формулы

4.5.1. Расчеты в общем случае должны содержать:

- 1) эскиз или схему рассчитываемого изделия с указанием характерных размеров в буквенном виде, действующей нагрузки и т.п.;
- 2) цель расчета;
- 3) исходные данные;
- 4) критерии работоспособности и расчета;
- 5) расчет;
- 6) вывод о полученном результате.

4.5.2. При выполнении расчетов сначала приводится наименование определяемой величины, затем формула, записанная буквенными символами,

подстановка численных значений всех символов, результат вычисления и размерность.

4.5.3. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

4.5.4. 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 какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

4.5.5. Все формулы, если их в документе более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например: «... в формуле (3.1)».

4.5.6. Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак "×".

4.6. Оформление иллюстраций

4.6.1. Все иллюстрации (эскизы, схемы) именуется рисунками.

4.6.2. Количество рисунков должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрация должна быть расположена по тексту ПЗ (после ссылки на неё или как можно ближе к соответствующим частям текста). Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС.

4.6.3. Все иллюстрации нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: - «Рисунок 1.1».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1.1». Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенными словами «смотри», «в соответствии», например «см. рис. 3.2» или «... в соотв. с рис. 4.1».

4.6.4. Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и поясняющие данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 3.1 – Схема передачи».

Если в тексте ПЗ есть ссылки на составные части изделия, то на иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке.

4.7. Построение таблиц

4.6.1 Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства представления исходных данных, выбранных параметров, результатов расчета или другого цифрового материала.

4.6.2 Таблица может иметь заголовок, который следует выполнять строчными буквами (кроме первой прописной). Заголовок должен быть кратким и полностью отражать содержание таблицы.

Формат: Список

4.6.3 Все таблицы, если их в ПЗ больше одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Таблица _____ - Заголовок таблицы
номер

--	--	--

} Заголовок граф

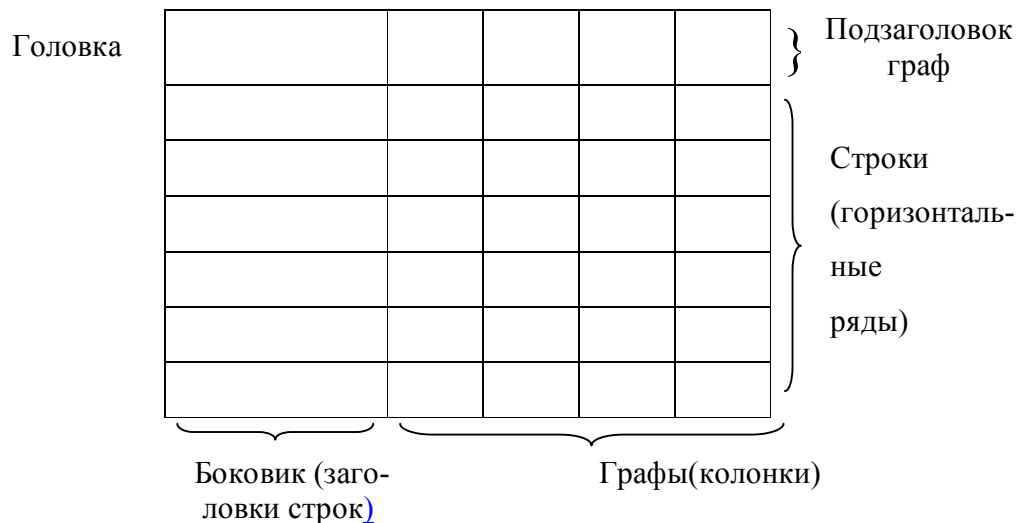


Рис. 4.1. Пример формы таблицы

4.6.4 Номер таблицы и ее заголовок располагают на одной строке над таблицей без отступа, причем слово «Таблица» и ее номер пишутся слева. В конце заголовка точка не ставится.

Формат: Список

4.6.5 При размещении таблицы на нескольких листах ПЗ слово «Таблица», порядковый номер таблицы и заголовок (при его наличии) указывают один раз над первой частью таблицы, над последующими частями пишут слова «Продолжение таблицы » с указанием ее номера. Головка таблицы повторяется на каждом листе.

Формат: Список

Таблица 3.3 - Результаты расчета передачи

В миллиметрах

Параметр	Условное обозначение	Величина
----------	----------------------	----------

Межосевое расстояние	a_w	200
Модуль зацепления	m	2
Диаметры делительных окружностей: - шестерни - колеса	d_1 d_2	100 300
Диаметры окружностей вершин: - шестерни - колеса	d_{a1} d_{a2}	104 304
Диаметры окружностей впадин: - шестерни - колеса	d_{f1} d_{f2}	95 295

Продолжение таблицы 3.3

В миллиметрах

Параметр	Условное обозначение	Величина
Ширина зубчатого венца: - шестерни - колеса	b_1 b_2	55 50
Окружная сила в зацеплении, Н	F_t	2000
Радиальная сила в зацеплении, Н	F_r	760

Рис. 4.2. Пример оформления таблицы с продолжением

4.6.6 Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Формат: Список

4.6.7 Если цифровые данные в графах таблицы выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы (боковика). Если параметры, размещенные в таблице, выражены преимущественно в одной и той же единице физической величины (например, миллиметрах), но есть параметры с другими размерностями, над таблицей помещают надпись о преобладающей размерности, а сведения о других физических величинах дают в заголовках соответствующих граф (боковике).

Формат: Список

4.6.8 Если на таблицу есть ссылка в тексте, пишется слово «таблица» и ее номер, например: «...в таблице 3.3».

Формат: Список

4.8. Ссылки

При ссылке в тексте пояснительной записки на использованные источники информации, приводится порядковый номер по списку, выделенный двумя косыми чертами (/2/).

Ссылаться следует на документ в целом или на его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются.

При ссылках на стандарты и технические условия указывается только обозначение документа без указания его наименования, например: «согласно ГОСТ 21.103 или СН 432».

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчет зубчатых передач: Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 0611, 1012, 1104, 1201, 1202, 1502, 1704, 1709, 2401, 2405, 2601, 2602 /Сост. А.В. Фейгин. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1997. – 39 с.
2. Расчет зубчатых передач (цилиндрические косозубые, конические прямозубые): Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 0501, 0511, 0519, 0523, 0524, 0608, 1609, 1617 /Сост. А.В. Фейгин. – Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1988. – 16 с.
3. Расчет клиноременной передачи: Методические указания по организации самостоятельной работы и курсовому проектированию по деталям машин / Сост. И.Г. Левитский. – Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1991. – 20 с.
4. Расчет цилиндрических червячных передач: Методические указания к курсовому проектированию по деталям машин для студентов технических специальностей / Сост. В.М. Плисс. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1998. – 36 с.
5. Подшипники качения: Методические указания по выбору и расчету подшипников качения для студентов специальностей 0501, 0511, 0519, 0523, 0524, 0608, 1609, 1617. / Сост. Л.Г. Вайнер, М.З. Панина. – Хабар. политехн. ин-т, 1987. – 28 с.
6. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2000. – 447 с.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1992.
8. Детали машин: Атлас конструкций: В 2 ч. / Под ред. Д.Н. Решетова – М., Машиностроение, 1992.
9. Боков В.Н., Чернилевский Д.В., Будько П.П. Детали машин: Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1983. – 575 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.104 – 68*. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 10 с.
2. ГОСТ 2.105 – 95*. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 23 с.
3. ГОСТ 2.106 – 96*. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 23 с.
4. ГОСТ 2.201 – 80. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 11 с.
5. ГОСТ 7.1 – 84. Библиографическое описание документа. Общие требования к практике составления. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 46 с.
6. ГОСТ 7.9 – 95. Реферат и аннотация. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 5 с.
7. ГОСТ 7.12 – 93. Сокращение русских слов и словосочетаний в библиографическом описании. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 25 с.
8. ГОСТ 7.32 – 91. Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 14 с.

**Министерство образования РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Хабаровский государственный технический университет»**

Кафедра «Детали машин»

**ПРИВОД ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА
пояснительная записка к курсовому проекту**

КП 36.06.00.000 ПЗ

Разработал: студент группы СММ-31
Логачев М.Ю.

Руководитель проекта: старший преподаватель
Панина М.З.

Хабаровск - 2004

РЕФЕРАТ

Курсовой проект содержит 5 листов чертежей формата А1, пояснительную записку на 56 листах, включающую 8 рисунков, 6 таблиц, 8 литературных источников.

ПРИВОД, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, РЕДУКТОР, РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИЙ, ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ, ПЕРЕДАЧА РЕМЕННАЯ, ПЕРЕДАЧА ЗУБЧАТАЯ, РАСЧЕТ ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ, РАСЧЕТ ПРОВЕРОЧНЫЙ, ВАЛ, КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ, КОРПУС РЕДУКТОРА, ПОДШИПНИК, ШПОНКА, МУФТА.

Целью проекта является разработка привода ленточного конвейера.

В ходе работы над проектом был выбран электродвигатель, проведены кинематический и силовой расчет привода, расчет механических передач, валов редуктора, определены конструктивные размеры зубчатых колес и корпуса, выбраны и проверены на долговечность подшипники, определен коэффициент запаса прочности валов, проверена прочность шпоночных соединений, выбрана смазка передач редуктора и подшипников, проработаны вопросы сборки и регулировки редуктора.

При компоновке редуктора были решены вопросы рационального размещения передач, с учетом влияния на их размеры твердости активной поверхности зубьев и коэффициента ширины зубчатого венца цилиндрической передачи. Предусмотрена раздельная смазка передач редуктора и подшипников быстроходного вала.

В результате работы разработаны сборочный чертеж редуктора, рабочие чертежи деталей редуктора, а также общий вид привода.

					КП 36-06.00.000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Привод ленточного конвейера					
		Логачев								
Проверил	Панина							Лит.	Лист	Листов
Консульт.								у	3	56
Зав. каф.								ХГТУ гр. СММ - 31		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Выбор электродвигателя	6
2. Кинематический и силовой расчет привод	8
3. Расчет механических передач	11
3.1. Расчет конической передачи (1-2)	11
3.2. Расчет цилиндрической передачи (3-4)	22
4. Ориентировочный расчет валов	33
4.1. Вал быстроходный (1)	33
4.2. Вал промежуточный (2-3)	34
4.3. Вал тихоходный (4)	35
5. Конструктивные размеры зубчатых колес	37
6. Конструктивные размеры корпуса редуктора	39
7. Проверка долговечности подшипников	40
7.1. Вал быстроходный (1)	41
7.2. Вал промежуточный (2-3)	44
7.3. Вал тихоходный (4)	47
8. Проверка прочности шпоночных соединений	49
9. Уточненный расчет валов	51
10. Проверка прочности элементов муфт	54
11. Выбор смазки	56
Заключение	57
Список использованных источников	58

					<i>КП 36-06.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

ВВЕДЕНИЕ

Целью курсового проектирования является приобретение навыков принятия самостоятельных конструктивных решений, усвоение последовательности разработки механизмов общего назначения, закрепление учебного материала по расчету типовых деталей машин.

Задачей проекта является разработка привода ленточного конвейера.

Привод состоит из электродвигателя, двухступенчатого коническо-цилиндрического редуктора, соединенного муфтой с барабаном конвейера. Вращательное движение от электродвигателя редуктору передается упругой втулочно-пальцевой муфтой.

Электродвигатель выбирается по требуемой мощности и ориентировочной частоте вращения. зубчатые передачи проектируются по критерию контактной прочности активной поверхности зубьев, проверяются по контактным, изгибным напряжениям, а также при действии пиковых нагрузок. Ориентировочный расчет валов проводится на чистое кручение по пониженным допускаемым напряжениям. Подшипники выбираем по характеру нагрузки на валы и по диаметрам валов, проверяем на долговечность по динамической грузоподъемности. Шпоночные соединения проверяем на смятие. Валы проверяются на сопротивление усталости по коэффициентам запаса прочности при совместном действии изгиба и кручения с учетом масштабных факторов и концентраторов напряжений.

Способ смазки и уровень масла обусловлены компоновкой механизма. Масло выбирается исходя из действующих контактных напряжений и окружной скорости в зацеплениях.

В результате работы должна быть получена компактная и эстетичная конструкция редуктора, отвечающая современным требованиям, предъявляемым к механизмам данного назначения.

					КП 36-06.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

1.2. Определение требуемой мощности электродвигателя

В качестве приводного используется трехфазный асинхронный электродвигатель переменного тока.

Потребная мощность электродвигателя вычисляется по формуле из /1/

$$P'_{\text{ЭД}} = P_4 / \eta_{\text{Общ}}, \quad (1.1)$$

где P_4 – мощность на тихоходном валу привода, кВт;

$\eta_{\text{Общ}} = \eta_{\text{М}} \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{34} \cdot \eta_{\text{П}}^n$ – общий КПД привода,

где η_{12} , η_{34} , $\eta_{\text{М}}$, $\eta_{\text{П}}$ – КПД отдельных передач, соединительной муфты и подшипников. КПД подшипников $\eta_{\text{П}}$ берется в степени n , равной числу пар подшипников в приводе.

Принимаем согласно /1/: $\eta_{\text{М}}=0,98$; $\eta_{\text{П}}=0,99^4$; $\eta_{12}=0,97$; $\eta_{34}=0,97$, тогда $\eta_{\text{Общ}} = 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 0,815$.

$$P_4 = F_t \cdot V, \quad (1.2)$$

где F_t – тяговое усилие, Н;

V – значение окружной скорости, м/с;

$$P_4 = 7\,500 \cdot 0,8 = 6\,000 \text{ Вт, тогда}$$

$$P'_{\text{ЭД}} = 6\,000 / 0,815 = 7\,058 \text{ Вт.}$$

1.3. Определение частоты вращения приводного вала.

Частота вращения тихоходного вала привода может быть определена следующим образом:

$$n_4 = n_6 = 60 \cdot 1000 \cdot V / (\pi \cdot D_6), \quad (1.3)$$

где D_6 – диаметр барабана, мм.

$$n_4 = 60 \cdot 1000 \cdot 0,8 / (3,14 \cdot 250) = 61,1 \text{ об/мин.}$$

1.4. Определение ориентировочной частоты вращения вала электродвигателя.

Требуемая частота вращения вала электродвигателя ориентировочно равна

$$n'_{\text{ЭД}} = n_4 \cdot U'_{\text{Общ}}, \quad (1.4)$$

где n_4 – частота вращения тихоходного вала привода, мин⁻¹;

					КП 36-06.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

$U'_{\text{общ}} = U'_{12} \cdot U'_{34}$ – ориентировочное общее передаточное отношение;
 где U'_{12} , U'_{34} – ориентировочные передаточные числа передач привода;

Принимаем согласно [1] $U'_{12} = 4$, $U'_{34} = 4$, тогда $U'_{\text{общ}} = 4 \cdot 4 = 16$,
 тогда $n'_{\text{эд}} = 61,116 = 977$ об/мин.

По каталогу [1/] выбираем электродвигатель с ближайшим к $n'_{\text{эд}}$ и $P'_{\text{эд}}$ значениями. Таковым электродвигателем является 4А132М6 (рис.1.1).

Его параметры: $P_{\text{эд}} = 7,5$ кВт, $n_{\text{эд}} = 970$ об/мин, $T_{\text{п}} / T_{\text{ном}} = 2$.

Эскиз электродвигателя

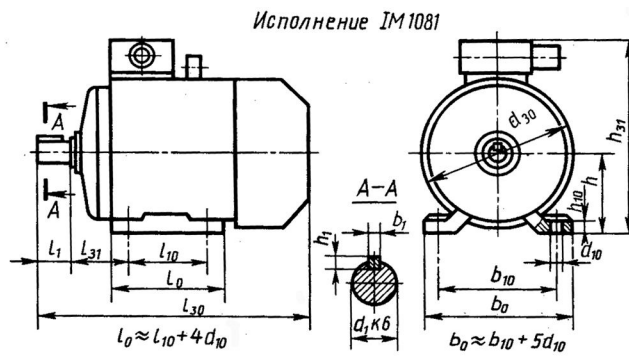


Рис.1.1

Таблица 1.1 Основные размеры электродвигателя, мм

Тип двигателя	Число полюсов	d_1	l_1	l_{30}	d_{30}	l_{10}	l_{31}	d_{10}	b_{10}	h_{10}	h_{31}
4А132М6	6	38	80	498	288	178	89	12	216	13	325

					КП 36-06.00.000 ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				8

2. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА

2.1. Определение расчетных передаточных чисел

Общее передаточное отношение привода

$$U_{\text{общ}} = n_{\text{эд}} / n_4, \quad (2.1)$$

$$U_{\text{общ}} = 970 / 61,1 = 15,88.$$

Принимаем $U_{12} = 3,15$, тогда $U_{34} = U_{\text{общ}} / U_{12} = 15,88 / 3,15 = 5,04$;

Принимаем окончательно $U_{34} = 5$.

2.2. Определение частоты вращения валов

Быстроходный вал: $n_1 = n_{\text{эд}} = 970$ об/мин;

Промежуточный вал: $n_{23} = n_1 / U_{12} = 970 / 3,15 = 308$ об/мин;

Тихоходный вал: $n_4 = n_{23} / U_{34} = 308 / 5 = 61,6$ об/мин.

Отклонение от заданного: $100 \cdot (61,6 - 61,1) / 61,1 = 0,82\%$, что допустимо.

2.3. Угловые скорости валов

Угловые скорости определяем по формуле /1/

$$\omega = \pi \cdot n / 30, \quad (2.2)$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{эд}} = \pi \cdot n_{\text{эд}} / 30 = 3,142 \cdot 970 / 30 = 101,6 \text{ рад/с};$$

$$\omega_{23} = \pi \cdot n_{23} / 30 = 3,142 \cdot 308 / 30 = 32,3 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4 = \pi \cdot n_4 / 30 = 3,142 \cdot 61,6 / 30 = 6,45 \text{ рад/с}.$$

2.4. Определение мощностей на валах

Мощность на входном валу редуктора

$$P_1 = P'_{\text{эд}} \cdot \eta_M = 7058 \cdot 0,98 = 6917 \text{ Вт};$$

Мощность на промежуточном валу редуктора

$$P_{23} = P_1 \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{II} = 6917 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 6642 \text{ Вт};$$

Мощность на выходном валу редуктора

$$P_4 = P_{23} \cdot \eta_{34} \cdot \eta_{II} = 6642 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 6379 \text{ Вт}.$$

					КП 36-06.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

2.5. Определение крутящих моментов на валах

Крутящий момент на входном валу редуктора

$$T_1 = P'_{эд} / \omega_1 = 7058 / 101,6 = 70 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

на промежуточном валу

$$T_{23} = T_1 \cdot U_{12} \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{II} = 70 \cdot 3,15 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 212 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

на выходном валу

$$T_4 = T_{23} \cdot U_{34} \cdot \eta_{34} \cdot \eta_{II} = 212 \cdot 5 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 1018 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Таблица 2.1

Передача	Передач-ное отношение, U	Вал	Частота вращения n, об/мин	Угловая скорость ω , рад/с	Мощность, P, Вт	Момент T, Н·м
1 – 2	3,15	1	970	101,6	6917	70
		23	308	32,3	6642	212
3 – 4	5	4	61,6	6,45	6379	1018

					КП 36-06.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе над курсовым проектом были закреплены знания методик расчетов типовых деталей машин общего назначения, получены навыки принятия решений при компоновке редуктора и конструировании его деталей.

Был выбран электродвигатель. При разбивке передаточного отношения редуктора были учтены рекомендации /1/. Передаточные числа отдельных передач приняты согласно ГОСТ 2885-76 и 12289-76.

Проектный расчет зубчатых передач выполнен по критерию контактной прочности активной поверхности зубьев. После определения размеров передач проведены проверочные расчеты по критерию контактной и изгибной выносливости, а также при действии пиковых нагрузок. Все условия прочности выполняются. При компоновке механизма проработан вопрос оптимального размещения зубчатых передач в корпусе редуктора, определены схемы установки опор валов, способы осевой фиксации зубчатых колес, подшипников на валах. Были определены способ изготовления и размеры конструктивных элементов зубчатых колес, форма и размеры элементов корпуса редуктора.

Выбранные подшипники проверены на пригодность по их долговечности из расчета по динамической грузоподъемности.

Шпоночные соединения проверены на прочность по напряжениям смятия.

Определены опасные сечения валов по действующим нагрузкам, наличие и форме концентраторов напряжений. Проведен расчет на усталостную прочность (выносливость) для наиболее опасных сечений валов.

Решены вопросы смазки передач редуктора и подшипников. Для смазки подшипников быстроходного вала применена отдельная от передач смазка пластичным материалом (Литол-24).

Для соединения валов редуктора с электродвигателем и валом конвейера были выбраны муфты с упругими элементами, компенсирующие погрешности монтажа агрегатов.

Полученная конструкция привода в полной мере отвечает современным требованиям, предъявляемым к механизмам данного типа.

					КП 36-06.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Расчет зубчатых передач: Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 0501, 0511, 0519, 0523, 0524, 0608, 1609, 1617/ Сост. А.В. Фейгин – Хабаровск, 2000. – 36 с.
2. Расчет зубчатых передач (цилиндрические, косозубые, конические прямозубые): Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 0501, 0511, 0519, 0523, 0524, 0608, 1609, 1617/ Сост. А.В. Фейгин. – Хабаровск, 2003. – 16 с.
3. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроит. спец. техн. / С.А.Чернавский и др. – М., 1988. – 416 с.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов. – М., 2003. – 447 с.
5. Подшипники качения: Методические указания по выбору и расчету подшипников качения для студентов специальностей 0501, 0511, 0519, 0523, 0524, 0608, 1609, 1617 / Сост. Л.Г. Вайнер, М.З. Панина - Хабаровск, 1987. – 28 с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М., 1992. – Т. 2.
7. Боков В.Н. и др. Детали машин: Атлас конструкций. – М., 1983. – 575 с.
8. Решетов Д.Н. Детали машин: Атлас конструкций. – М., 1979. – 367 с.
9. Курмаз Л.В. Детали машин. Проектирование: Учебн. пособие/ Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. – Мн. ,2002. – 290 с.

					КП 36-06.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12

Основная надпись для листа реферата

Форма 2 по ГОСТ 2.104

В графах основной надписи (номера граф указаны в скобках) приводят следующие данные:
графа 1 – наименование изделия;

в *графе 2* – обозначение документа;

в *графе 3* – наименование вуза, номер группы;

в *графе 4* – литеру, присвоенную данному документу; (учебным проектам

присваивается литера

«У»);

в *графе 5* – порядковый номер листа;

в *графе 6* – общее число листов документа;

в *графе 7* – фамилии лиц, подписавших документ;

в *графе 8* – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 7;

в *графе 9* – дату подписания документа.

Основная надпись для последующих листов ПЗ

Форма 2а по ГОСТ 2.104

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

(2)

Лист
(5)