

Министерство образования и науки Украины

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Кафедра деталей машин и ТММ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению и оформлению чертежей к курсовому проекту
по дисциплине «Детали машин»
(для студентов специальности 6.090200)

Составители: Момот Д. И.
 Янчевский И. В.

Утверждено методическим
советом университета,
протокол № __ от _____ 2007 г.

Харьков, 2008 г.

Составители: Момот Д. И., Янчевский И. В.

Кафедра деталей машин и ТММ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект по дисциплине «Детали машин» является первой самостоятельной расчетно-конструкторской работой студента, в которой приобретаются навыки проектирования и знания норм, правил и методов конструирования.

Выполнение проекта закрепляет и углубляет знания, полученные при изучении курса «Детали машин», а также других общеинженерных дисциплин: теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, технологии машиностроения, технического черчения и др.

В помощь студентам кафедра выпустила методические указания, содержащие задания на курсовое проектирование и основные рекомендации по выполнению расчетной и графической частей курсового проекта.

Настоящее издание содержит основные сведения по выполнению и оформлению чертежей, являющихся составной частью курсового проекта. Они помогают систематизировать имеющуюся учебную литературу, оперативно находить необходимые данные в ней или в стандартах. Это особенно важно для студентов заочной формы обучения.

С целью приближения курсового проектирования к инженерной практике конструкторских бюро в настоящем издании широко используются межгосударственные стандарты.

Объем и последовательность выполнения курсового проекта достаточно полно изложены в [1]. Здесь же приведены последние изменения в структуре стандартов ЕСКД по общим требованиям к чертежам.

Настоящее издание может быть использовано не только при выполнении курсового проекта по деталям машин, но и при разработке рабочих чертежей в дипломных и курсовых проектах по дисциплинам машиностроительного профиля.

1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЕКТА

1.1. Рабочая документация. Общие положения

Единые правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями, составляют комплекс межгосударственных стандартов, получивших название «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД). Эти правила распространяются на все виды конструкторских документов, нормативно-техническую и технологическую документацию, а также на научно-техническую и учебную литературу.

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия, содержат необходимые данные для разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относят чертежи и схемы. К текстовым – спецификацию, ведомость спецификаций, ведомость покупных изделий, пояснительную записку, расчеты и др.

В учебном проектировании правила ЕСКД применяют в несколько сокращенном виде. Так, например, техническое задание на проектирование, пояснительную записку и расчеты объединяют в один текстовый документ, называемый «Расчетно-пояснительная записка», рабочие чертежи выполняют только на часть оригинальных деталей по заданию руководителя проекта, чертеж общего вида изделия объединяют с габаритным и монтажным чертежами того же изделия. На общем чертеже обязательно указывают фундаменты, разработанные для установки изделия. Спецификация (ГОСТ 2.108-68) – это документ, определяющий состав сборочной единицы. Ее составляют на все детали разрабатываемой сборочной единицы.

Все конструкторские документы (графические и текстовые) должны быть выполнены на листах установленного формата (ГОСТ 2.301-68). Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией.

Обозначения и размеры основных форматов должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение	Размер, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

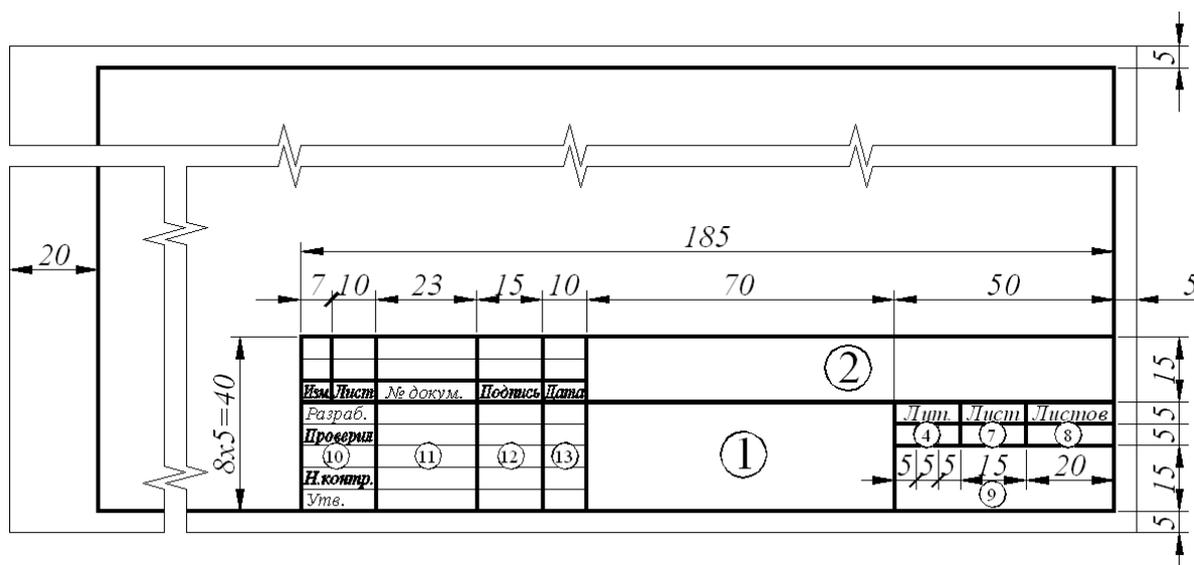


Рисунок 1.2 – Основная надпись для первого листа спецификаций и других тестовых документов, форма 2, ГОСТ 2.104-68

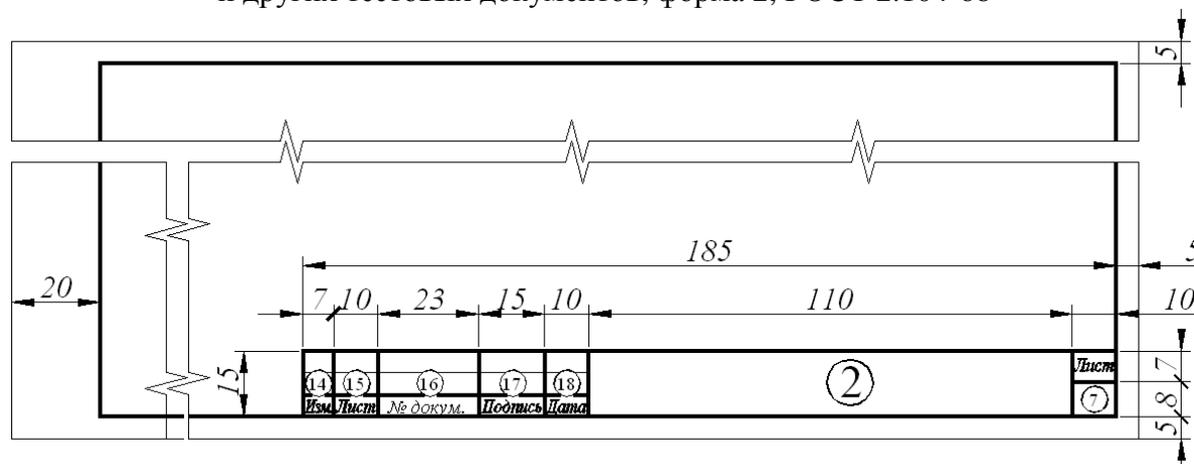


Рисунок 1.3 – Основная надпись для последующих листов текстовых конструкторских документов, форма 2а, ГОСТ 2.104-68

В графах основной надписи (см. нумерацию на рис. 1.1÷1.3) указывают:

1 – наименование изделия (в именительном падеже единственного числа). Оно должно быть кратким, соответствовать принятой терминологии. Если наименование состоит из нескольких слов, то на первом месте помещается имя существительное, например, «Колесо зубчатое». В наименование изделия не включать сведения о его назначении и местоположении. В конце наименования точку не ставить, перенос слов исключается;

2 – обозначение документа по ГОСТ 2.102-68 «Виды и комплектность конструкторских документов»;

3 – обозначение материала детали по ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам» (графу заполнять только для чертежа детали);

4 – литеру, присвоенную данному документу (в учебном проектировании ставим литеру «У» в крайней левой клетке);

5 – расчетную массу изделия, изображенного на чертеже, в килограммах без указания единицы измерения;

- 6 – масштаб изображения в соответствии с ГОСТ 2.302-68 «Масштабы»;
 - 7 – порядковый номер листа документа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполнять);
 - 8 – общее количество листов, документа (графу заполнять только на первом листе);
 - 9 – наименование или различительный индекс выпускающего документ;
 - 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписавшим документ;
 - 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
 - 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
 - 13 – дату подписи документа.
- Графы 14÷18 в учебном проекте не заполнять.

1.1.1. Требования к чертежам

Чертежи учебного проектирования должны быть выполнены в соответствии с основными требованиями по ГОСТ 2.109-73. Однако при этом следует избегать определенных упрощений изображения деталей на сборочных единицах, разрешенных указанным стандартом. Например, при вычерчивании подшипников показывать их конструкцию, а не условное изображение; при вычерчивании резьбовых соединений зазор между болтом (шпилькой) и деталью, запас нарезки и глубину сверления, технологические канавки и необходимые фаски. Исключением является оформление чертежа привода, на котором сборочные единицы изображаются упрощенно, но достаточно понятно.

На чертеже сборочной единицы или привода из группы одинаковых резьбовых соединений вычерчивают только одно соединение, а остальные показывают осевыми линиями.

Число видов, разрезов и сечений должно быть достаточным для полного понимания сути конструкции и принципа ее работы.

Конструкторскую проработку на компоновочной схеме сборочной единицы выполнять (как правило) в масштабе 1:1. Аналогичное требование распространяется и на проработку отдельных основных мест привода с помощью разрезов и сечений. Оформление чертежей отдельных деталей должно точно соответствовать требованиям стандартов. Например, ГОСТ 2.403-75 «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес», ГОСТ 2.405-75 «Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес», ГОСТ 2.406-75 «Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес» полностью регламентируют порядок оформления чертежа соответствующего зубчатого колеса, червяка и червячного колеса с указанием всех необходимых табличных данных, приводимых на чертеже; ГОСТ 2.409-74 «Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений» регламентирует изображение соединения указанных деталей (или любых других) с соответствующим валом.

Соблюдение указанных правил в учебном проектировании обязательно.

1.1.2. Нанесение размеров на чертежи сборочных единиц

На чертежах сборочных единиц наносят следующие размеры: габаритные, присоединительные, посадочные, входящие в состав размерных цепей, и справочные. Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах регламентированы межгосударственным стандартом ГОСТ 2.307-68.

Габаритные размеры необходимы для определения мест установки и транспортировки изделия.

Присоединительные размеры нужны для установки сборочной единицы на месте монтажа, определения размеров и места положения других сборочных единиц, с которыми соединяется рассматриваемая единица. К этим размерам относятся диаметры и длины выходных концов валов, высота центров валов от присоединительной плоскости, координаты и диаметры отверстий крепления изделия к раме (или фундаменту), размеры шпонок или шлицев на выходных концах валов, расстояния от базовых отверстий, предназначенных для крепления изделия, до присоединительных базовых поверхностей на выходных концах валов. К присоединительным размерам относятся и такие параметры, как модуль и число зубьев, шаг и число зубьев звездочек, если они служат элементами внешней связи для данной сборочной единицы.

Посадочные размеры определяют характер сопряжения двух соединяемых деталей данной сборочной единицы и необходимы для выполнения сборочных операций. Рядом с этими размерами должна быть указана соответствующая стандартная посадка. Например: диаметры и посадки на валах зубчатых и червячных колес, муфт, шкивов, подшипников; сопряжения подшипников с корпусными деталями, стаканами и др.

Размеры, входящие в состав размерных цепей, наносят на чертежи когда необходимо определить предельные размеры (или отклонения) замыкающего звена по данным размерам составляющих звеньев. Методы расчета плоских размерных цепей приведены в ГОСТ 16319-80 и 16320-80.

Размеры для справок наносят для указания крайних положений подвижных частей механизма (ход винта), наибольшего и наименьшего уровня масла и др.

Пример простановки размеров на сборочном чертеже представлен в приложении Д.

1.1.3. Технические требования

На первом листе независимо от того, на скольких листах изображен чертеж сборочной единицы, перечисляют технические требования, а именно:

- требования к сборке и регулировке, указания о дополнительной обработке после сборки (например, «развальцевать», «приварить» и др.);
- требования по отделке (например, по окраске изделия в сборе с указанием сорта и цвета окраски);
- требования к эксплуатации (например, указать сроки замены смазки, регулировки подшипников и др.).

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию, каждый из них следует записывать с красной строки. Текстовую часть располагать на поле чертежа над основной надписью в виде колонки с шириной, не превышающей ширину основной надписи (см. приложение Е).

1.1.4. Техническая характеристика

Техническая характеристика расширяет сведения о конструкции сборочной единицы. Например, на чертеже редуктора указывают общее передаточное число, частоту вращения тихоходного вала, наибольший крутящий момент на выходном валу, геометрические параметры зубчатых колес и др.

Техническую характеристику размещают на свободном поле чертежа отдельно от технических требований с самостоятельной нумерацией пунктов и снабжают заголовком «Техническая характеристика». Заголовок не подчеркивают (см. приложение Д).

1.1.5. Спецификация

Форма и порядок заполнения спецификации на изделие установлены ГОСТ 2.108-68*.

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по формам 1 и 1а (см. Приложения А, Б и В). Спецификация в общем случае состоит из разделов, расположенных в такой последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделий, материалы, комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в спецификацию изделия. Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» перечисляют изделия, примененные по межгосударственным, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий (например, крепежные изделия, подшипники и т.д.), объединенным согласно функциональному назначению в пределах группы – в алфавитном порядке наименований изделий (например, болты, винты, гайки и т.д.); в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначения стандартов (например, для болтов: ГОСТ 7795-70*, ГОСТ 7805-70* и т.д.); в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров и размеров изделия.

Пример составления спецификации на привод приведен в приложении А, а на сборочную единицу (редуктор), входящую в данный привод – в приложениях Б и В.

1.2. Расчетно-пояснительная записка

При учебном проектировании расчетно-пояснительная записка – основной и единственный текстовой документ, объединяющий техническое задание на проектирование, пояснительную записку и расчеты. Она должна содержать следующие разделы:

- техническое задание, подписанное руководителем;
- краткое описание устройства и его назначение;
- описание взаимодействия элементов привода, особенностей пуска и методов защиты привода от перегрузки;
- описание последовательности сборки и разборки устройства и его отдельных элементов; указания на метод регулирования зацепления зубчатых и червячных передач, а также подшипников качения;
- расчеты передач, валов и соединений, выбор муфты;
- выбор сорта масла и системы смазки передач и подшипников; список использованной литературы;
- содержание.

Объем расчетно-пояснительной записки не должен превышать 30÷35 страниц рукописного текста. Основной объем ее приходится на расчетную часть, которая содержит:

- кинематический и энергетический расчеты привода (определение КПД привода, выбор электродвигателя, определение общего передаточного числа привода, рациональная разбивка его между отдельными передачами, определение частоты вращения каждого вала редуктора и крутящих моментов);
- расчеты на прочность передач в последовательности их расположения в приводе, начиная от электродвигателя, валов, соединений (шпоночных, шлицевых, с натягом, резьбовых, сварных), муфт;
- тепловой расчет (для червячных передач);
- расчеты на долговечность подшипников с учетом режима нагружения.

В расчет включают:

- заголовок с указанием вида расчета;
- кинематические схемы или эскизы рассчитываемых элементов, расчетные схемы с указанием сил и моментов, приложенных к данному элементу конструкции;
- наименование марки принятого материала с указанием термообработки и твердости рабочих поверхностей;
- обоснование выбранных допускаемых напряжений с указанием использованной литературы;
- заключение по результатам расчета.

Расчетно-пояснительная записка должна оформляться на стандартных листах формата А4 (табл. 1.1). Основные надписи на листах записки оформлять в соответствии с указаниями подраздела 1.1.

Первый лист записки – титульный, оформляется в соответствии с приложением Г. Второй лист – задание на курсовой проект, подписанное руководителем.

Текст на каждом листе записки должен располагаться определенным образом: расстояние от рамки формы до границ текста в начале строки – не менее 5 мм, в конце строки – не менее 3 мм, а от верхней или нижней строк текста до верхней или нижней рамок формы – не менее 10 мм.

Абзацы в тексте составляют 15...17 мм.

Текст расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту следует разбить на разделы, подразделы и пункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и соответственно подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела должна ставиться точка. Например:

- 2. Расчеты на прочность
- 2.1. Расчеты зубчатых передач.
- 2.2. Расчеты валов.
- 2.3. Расчеты резьбовых соединений и т.д.

Номера пунктов должны состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта должна стоять точка. Например, пункты раздела 2, подраздела 2.1 обозначаются следующим образом:

- 2.1.1. Выбор материала и расчет допускаемых напряжений.
- 2.1.2. Выбор исходной расчетной нагрузки.
- 2.1.3. Расчет зубчатой передачи на прочность и т.д.

Наименования разделов должны быть предельно краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовка прописными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть не менее 10 мм. Расстояние между последней строкой текста предыдущего раздела (подраздела) и заголовком нового, при условии расположения их на одном листе, должно быть не менее 15 мм.

Сокращения слов в тексте, как правило, не допускаются, за исключением общепринятых.

В тексте записки числа с размерностью писать цифрами, а без размерности – словами. Например, «зазор – не более 2 мм», «корпус окрасить два раза».

В расчетно-пояснительной записке все значения физических величин должны выражаться в единицах СИ.

При выполнении расчетов необходимо записать расчетную формулу со ссылкой на источник (при первом ее использовании). Все формулы пронумеровать в пределах раздела. Номер ставят в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы. Под формулой привести расшифровку каждого символа. Значения каждого символа дать с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. После формулы ставят запятую.

Каждый символ в пределах записки расшифровывают только один раз.

Численные значения символов подставляют в той же последовательности, в которой они приведены в формуле, без каких-либо изменений.

Для сокращения объема записки некоторые ее цифровые и другие данные рекомендуется располагать в виде таблиц.

Таблицы, если их в записке больше одной, должны иметь порядковый номер в пределах раздела, записанный арабской цифрой без знака №. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Например, «Таблица 2.3».

Если текст записки не разбит на разделы, таблицам приписывают порядковые номера в пределах всего документа, например: «Таблица 5». Если в записке только одна таблица, номер ей не присваивают, и слово «Таблица» – не пишут. Надпись «Таблица 5» помещают над левым верхним углом таблицы и не подчеркивают. При переносе таблицы на следующий лист повторяют ее головку и над ней пишут «Продолжение табл.» с указанием номера, например «Продолжение табл. 2.3».

Для пояснения излагаемого в записке текста его необходимо иллюстрировать графиками, схемами, чертежами и др. Все иллюстрации (если их более одной) нумеруют арабскими цифрами в пределах всей записки. Например, рисунок 1, рисунок 2, рисунок 3 и т.д. Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают по тексту: см. рис. 3.

Подпись «Рисунок 2» помещают под рисунком. Надписи на рисунках выполняют чертежным шрифтом с указанием размеров букв и цифр, принятых для текста записки.

Выполнение диаграмм, графиков, чертежей и схем, являющихся иллюстрациями, должно соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

1.3. Шероховатость поверхности, ее параметры и нанесение их на чертежи

Обозначение шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежи для всех отраслей промышленности установлено ГОСТ 2.309-73.

Шероховатость поверхности, получаемая любым видом обработки, существенно влияет на эксплуатационные свойства детали. Увеличение шероховатости уменьшает площадь фактического контакта двух сопряженных по-

верхностей, что приводит к росту местных давлений, возрастает интенсивность изнашивания, возникает опасность заедания. Увеличение, шероховатости снижает контактную жесткость соединения, ведет к ослаблению соединений деталей машин, выполненных с гарантированным натягом, снижает несущую способность резьбовых соединений при действии переменных нагрузок.

Способ достижения определенной шероховатости рабочих поверхностей детали оказывает существенное влияние на их работоспособность. Так, например, при механической обработке резанием на поверхности детали образуются микротрещины, надрывы и прижоги металла, вызывающие остаточные напряжения растяжения, которые способствуют развитию усталостных трещин, снижающих контактную и объемную прочность деталей.

Параметры и характеристики шероховатости поверхностей (кроме шероховатости ворсистых поверхностей) установлены ГОСТ 2789-73*.

Основные параметры для оценки шероховатости поверхностей – среднее арифметическое отклонение профиля R_a на базовой длине l ; высота неровностей профиля R_z по десяти точкам. Для деталей в машиностроении основным параметром является параметр R_a .

Параметр R_z рекомендуется для указания шероховатости на не сопрягаемые обработанные поверхности, а также на поверхности, получаемые литьем, ковкой, штамповкой и др.

Шероховатость поверхностей следует обозначать для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

На рисунке 1.4 приведена структура обозначения шероховатости поверхности.

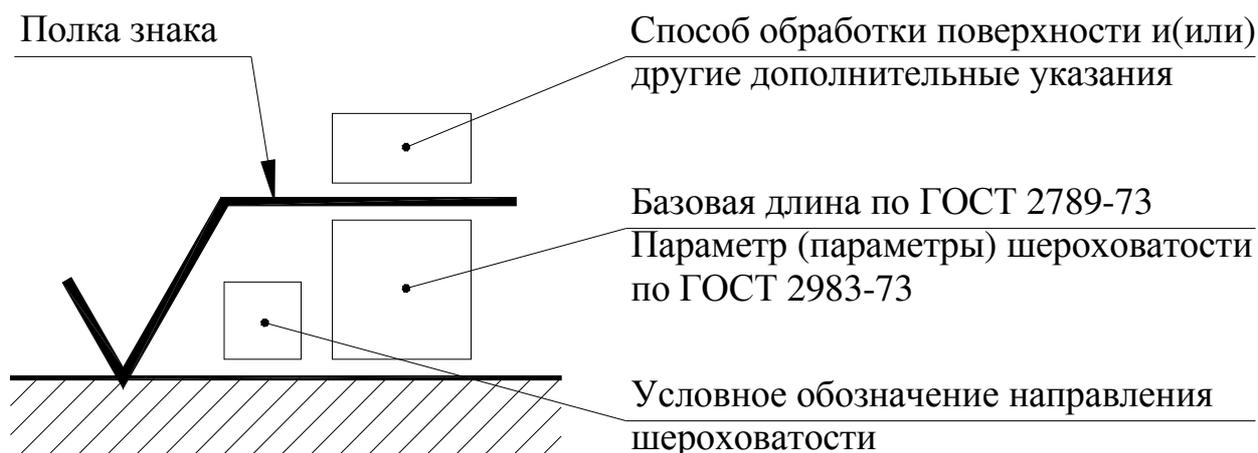


Рисунок 1.4 – Структура обозначений шероховатости поверхности

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

При обозначении шероховатости на чертежах применять один из трех знаков, изображенных на рис. 1.5. Предпочтительным является знак, показанный на рис. 1.5,а, используя его, конструктор не устанавливает вид обработки. Знак, приведенный на рис. 1.5,б, проставляют на поверхностях, обработка которых требует обязательного снятия слоя материала (точение, шлифование, полирование и др.). Параметр (параметры) шероховатости по ГОСТ 2789-73 R_a или R_z записывают под полочкой. Например, $\sqrt{R_z40}$ или $\sqrt{Ra0.4}$. Знак, приведенный на рис. 1.5,в, применяют для обозначения шероховатости поверхностей, образуемых без удаления слоя материала (литье,ковка, штамповка и др.).

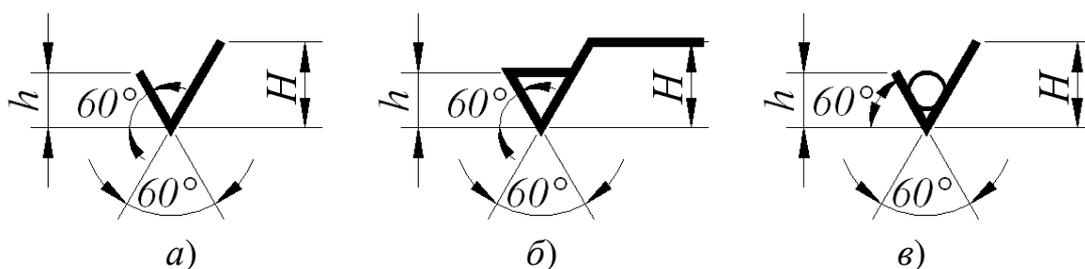


Рисунок 1.5 – Знаки для обозначения шероховатости

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел, а высота H равна $(1.5...5) \cdot h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой в чертеже.

Знаки шероховатости поверхности на изображении детали следует располагать на линиях контура, на выносных линиях в непосредственной близости от размерной линии.

Если на детали имеется несколько поверхностей с одинаковой шероховатостью, то они указываются знаком одинаковой шероховатости (рис. 1.6, а и б) и условным обозначением \surd в верхнем правом углу чертежа. Это означает, что все поверхности, на которых не нанесены обозначения шероховатости или знак \surd должны иметь шероховатость, указанную перед обозначением.

Когда часть поверхностей не обрабатывается по данному чертежу, в правом верхнем углу чертежа перед обозначением \surd помещают знак \surd (рис. 1.6).

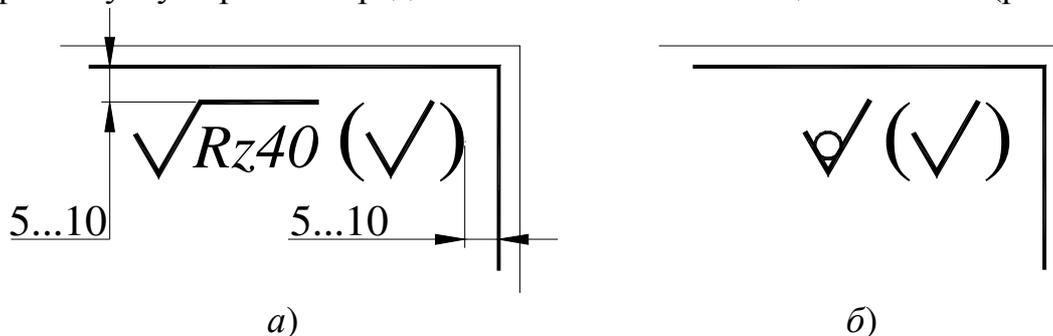


Рисунок 1.6 – Обозначение одинаковой шероховатости (а) или шероховатости поверхностей, не обрабатываемых по данному чертежу (б)

Если все поверхности детали должны иметь одинаковую шероховатость, скобки со знаком не ставят.

Рекомендуемые параметры шероховатости для наиболее часто встречающихся деталей приведены в таблицах 1.3÷1.5.

Таблица 1.3 – Параметры шероховатости R_a , мкм, обрабатываемых поверхностей зубчатых и червячных колес и червяков

Элемент передачи	Поверхность	Степень точности			
		6	7	8	9
Цилиндрические зубчатые колеса	Рабочая поверхность зубьев	0.63	1.25	2.5	5.0
	Цилиндр выступов при измерении длины общей нормали W	2.5	5.0	5.0	10.0
	Базовый торец	2.5	2.5	5.0	10.0
Конические зубчатые колеса	Рабочая поверхность зубьев	1.25	2.5	2.5	5.0
	Конус выступов и внешний дополнительный конус	2.5	2.5	2.5	5.0
	Базовый торец	2.5	2.5	2.5	2.5
Червячные колеса	Рабочая поверхность зубьев	1.25	1.25	2.5	5.0
	Поверхность выступов	5.0	5.0	10.0	10.0
	Базовый торец	2.5	2.5	5.0	10.0
Червяки	Рабочая поверхность витков	0.32	0.63	1.25	1.25
	Цилиндр выступов при измерении делительной толщины по хорде витка червяка s_{d1}	1.25	1.25	2.5	2.5
	Размеры червяка по роликам M_1	2.5	2.5	2.5	2.5

Таблица 1.4 – Параметры шероховатости R_a , мкм, для посадочных поверхностей подшипников качения

Посадочная поверхность	Класс точности подшипников	Номинальный диаметр	
		До 80 мм	Свыше 80 мм
На валу	0	1.25...1.0	2.5...2.0
	6.5	0.63...0.5	1.25...1.0
	4.0	0.32...0.25	0.63...0.5
В отверстии корпуса	0	1.25...1.0	2.5...2.0
	6.5 и 4.0	0.63...0.5	1.25...1.0
Заплевники на валу и в корпусе	0	2.5...2.0	2.5...2.0
	6.5 и 4.0	1.25...1.0	2.5...2.0

Таблица 1.5 – Параметры шероховатости R_a , мкм, различных участков вала

Поверхность вала	Номинальный диаметр	
	От 10 мм до 80 мм	Свыше 80 мм
Для ступиц деталей передач при посадках по 6-му и 7-му квалитетам точности	1.25	2.5
Под контактные резиновые уплотнения при скоростях: <ul style="list-style-type: none"> • менее 3 м/с • свыше 3 м/с 	0.63 0.32	Полировать Полировать
Под войлочные уплотнения при скоростях до 4 м/с	1.25...0.63	Полировать
Канавки, фаски, выточки, закругления и т. п., нерабочие поверхности	6.3...3.2	

Пример простановки обозначений шероховатости поверхностей на рабочих чертежах представлен в приложениях Ж и З.

2. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Для нормального функционирования детали в составе сборочной единицы ее необходимо определенным образом зафиксировать относительно выбранной системы координат. Этот процесс называется базированием. В общем случае базирование заключается в наложении геометрических и кинематических связей, обеспечивающих требуемое положение детали или ее движение относительно выбранной системы координат.

При наложении геометрических связей тело (деталь) лишается перемещений вдоль осей Ox , Oy , Oz и поворотов вокруг этих осей, т.е. тело становится неподвижным в системе координат $Oxyz$. Наложение кинематических связей обеспечивает заданное положение тела в системе $Oxyz$ в каждой рассматриваемый момент времени.

Наложение двухсторонних геометрических связей достигается соприкосновением поверхностей одной детали с поверхностями другой (других), к которой она присоединяется.

Тело (деталь), ограниченное реальными поверхностями, может контактировать с другими телами, определяющими его положение в общем случае лишь по отдельным элементарным площадкам, которые условно считают точками контакта. Таким образом, поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей (ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования) называется базой.

В основу классификации баз положены следующие соображения. Все многообразие поверхностей деталей изделий машиностроения сводится к че-

тырем видам:

- исполнительные поверхности, при помощи которых деталь выполняет свое служебное назначение;
- основные базы – поверхности, при помощи которых определяется положение данной детали в изделии;
- вспомогательные базы – поверхности, при помощи которых определяется положение присоединяемых деталей относительно данной;
- свободные поверхности, не соприкасающиеся с поверхностями других деталей.

Группу конструкторских баз, определяющих положение детали или сборочной единицы в изделии, составляют основные и вспомогательные базы. Это подразделение конструкторских баз действительно как для изображения детали на чертеже, так и для изготовленного изделия.

Так, например, для детали типа «вал» основной базой является общая ось опорных шеек, а вспомогательной – торцевые заплечики и посадочные участки, на которые устанавливаются сопряженные детали.

Базы на чертеже обозначают равносторонним зачерненным треугольником и прописной буквой в рамке (рис. 2.1). Рамку и зачерненный треугольник соединяют линией.

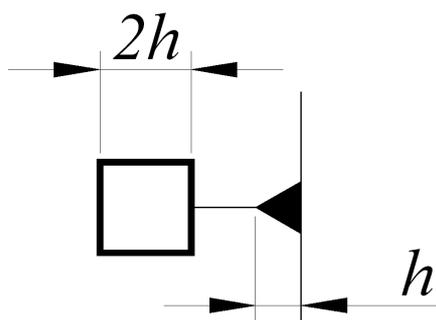


Рисунок 2.1 – Условное обозначение базы

Если базой является ось симметрии, то треугольник располагают в конце размерной линии соответствующего размера (диаметра) элемента. Так же поступают, если базой является плоскость симметрии.

Если же база – поверхность или прямая (линия) этой поверхности, а не ось элемента, то треугольник размещают на достаточном расстоянии от конца размерной линии.

Если два или несколько элементов образуют объединенную базу и их последовательность не имеет значения (например, они имеют общую ось или плоскость симметрии), то каждый элемент объединенной базы обозначают самостоятельно различными буквами.

Все базы обозначаются буквами латинского алфавита.

3. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

3.1. Общие сведения

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности, при этом детали называются сопрягаемыми.

Размеры сопрягаемых деталей выполняют в заранее установленных пределах допусков на неточность изготовления. На Украине действует стандарт ДСТУ ISO 286-1(2):2002 на допуски и посадки по системе ISO, который состоит из двух частей: часть 1 – «Основы допусков, отклонений и посадок»; часть 2 – «Таблицы качеств стандартных допусков и предельных отклонений отверстий и валов».

Допуск определяется разностью между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютной величиной алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. На чертежах указывают номинальный размер детали, который служит началом отсчета отклонений, а каждый из двух предельных размеров определяют по его отклонению от этого номинального размера.

Предельное отклонение есть алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Различают верхнее и нижнее отклонения. Верхнее (обозначаемое ES для отверстия и es для вала) – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Для отверстия

$$ES = D_{\max} - D_{\text{ном}}, \quad (3.1)$$

для вала

$$es = d_{\max} - d_{\text{ном}}. \quad (3.2)$$

Нижнее отклонение (обозначаемое EI для отверстия и ei для вала) – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Для отверстия

$$EI = D_{\min} - D_{\text{ном}}, \quad (3.3)$$

для вала

$$ei = d_{\min} - d_{\text{ном}}. \quad (3.4)$$

Поле, ограниченное верхним к нижним отклонениями, называется полем допуска. Оно определяется как величиной допуска, так и его положением относительно номинального размера.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков, т.е. сочетаний полей допусков отверстия и вала, выделяются три группы посадок.

Первая группа – посадки с зазором, имеющие между сопрягаемыми поверхностями гарантированный (минимальный) зазор δ_{\min} , обеспечивающий относительное перемещение сопрягаемых деталей.

Вторая группа – посадки с натягом, имеющие до сборки между сопрягаемыми поверхностями гарантированный (наименьший) натяг, препятствующий относительному перемещению деталей после сборки.

Третья группа – переходные посадки, в которых возможен как зазор, так и натяг.

Положение поля допуска характеризуется величиной и знаком ближайшего к нулевой линии предельного отношения (основное отклонение). Для полей допусков, расположенных выше нулевой линии, основным является нижнее отклонение; расположенных ниже нулевой линии – верхнее. Всего в ЕСДП предусмотрено 28 рядов основных отклонений для валов и такое же количество для отверстий. Каждый ряд основных отклонений для валов обозначается строчной латинской буквой (*a, b, c* и т.д.), а для отверстий – прописной (*A, B, C* и т.д.).

Верхнее нулевое отклонение вала обозначается буквой *h*, а нижнее нулевое отклонение отверстия – буквой *H*. Эти отклонения приняты для основных валов и отверстий.

Поля допусков в посадках с зазорами обеспечиваются отклонениями *a...h (A...H)*, в посадках с натягом и в переходных – отклонениями *js...zc (Js...ZC)*, причем в переходных посадках обычно применяются отклонения *j...n (J...N)*.

Отклонения *js (Js)* обеспечивают симметричное расположение поля допуска, при этом основным будет нулевое отклонение при любом качестве.

3.2. Обозначение на чертежах предельных отклонений размеров деталей

В основном для всех размеров, нанесенных на рабочие чертежи, указывают предельные отклонения.

Допускается не указывать предельные отклонения для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, отделки, накатки, насечки.

Предельные отклонения линейных размеров на чертежах детали можно указывать одним из трех способов:

- условным обозначением полей допусков, например, *15H7, 20h6*;
- числовым обозначением предельных отклонений, мм. Например, $10^{+0.008}$, $20_{-0.073}^{-0.040}$, $60^{+0.03}$, $60_{-0.029}^{-0.010}$;
- условным обозначением полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, мм. Например,

$$15H5(^{+0.008}), 20e8(\underset{-0.073}{-0.040}).$$

Предпочтение отдается первому способу. Его следует рекомендовать как основной в учебных проектах.

Предельные отклонения низкой точности (от 12 квалитета и грубее) на размерах рабочих чертежей не наносят, а в технических требованиях делают запись, например $H14, h4, \pm \frac{IT14}{2}$.

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми значениями, например, $30^\circ \pm 30'$.

3.3. Обозначение посадок на чертежах сборочных единиц

Посадки образуются сочетанием поля допуска отверстия и вала. Обозначаются посадки в виде дроби: числитель – поле допуска отверстия, а знаменатель – поле допуска вала, например, $\varnothing 75 \frac{H7}{h6}, \varnothing 75 \frac{G7}{h6}$.

Посадки могут быть осуществлены в системе отверстия (основное отверстие обозначается буквой H) или вала (основной вал обозначается буквой h). Пример указания посадок: $\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$ – в системе отверстия; $\varnothing 12 \frac{F7}{h6}$ – в системе вала. Применение системы отверстия предпочтительней.

Систему вала применяют при технологической целесообразности использования гладких валов (осей), сопряженных с деталями, имеющими различные предельные отклонения, а также, при использовании стандартных деталей с охватываемой поверхностью (внешние кольца подшипников качения).

Для наиболее употребительных размеров от 1 до 500 мм посадки рекомендованы ГОСТ 1139-80 (табл. 3.1).

Связь посаженных деталей с валом может быть осуществлена шпоночным соединением, шлицевым (зубчатым) соединением, соединением, с гарантированным натягом либо при помощи пружинно-затяжных колец.

В случае неподвижного соединения вала и втулки при помощи ненапряженного шпоночного соединения для установки шпонки в паз вала рекомендуют переходную посадку $P9/h9$, а в паз отверстия $H9/h9$ или $Js9/h9$ – посадки с зазором.

Таблица 3.1 – Рекомендуемые посадки при размерах от 1 до 500 мм

Поле допуска	Квали-тет	Основные отклонения валов (система отверстия)											
		<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>js</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>
H6	5				$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$
	6			$\frac{H6}{f6}$									
H7	6				$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$
	7		$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{f7}$									$\frac{H7}{s7}$
	8	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e8}$										
H8	7			$\frac{H8}{f7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$
	8	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h8}$							
Поле допуска	Квали-тет	Основные отклонения отверстий (система вала)											
		<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>Js</i>	<i>K</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>
h5	6				$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{Js6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$		
	7			$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$
h6	8	$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$									
	7			$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$
h7	8	$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$			
h8	8	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$							
	9	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$		$\frac{H9}{h8}$							

Допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений регламентируются ГОСТ 1139-80. Предпочтительные посадки:

- для центрирующего наружного диаметра D – $H7/f7$;
- для центрирующего внутреннего диаметра d – $H7/g6$; $H7/js6$.

По нецентрирующим диаметрам предусматривается значительный зазор: для наружного диаметра – $H12/a11$, для внутреннего – $H11/a11$.

Посадки боковых сторон зубьев: при центрировании по наружному диаметру – $F8/f7$, $F8/js7$; по внутреннему – $F10/js7$, $F10/f9$. Предельные отклонения от параллельности сторон зубьев вала и втулки относительно оси центрирующей поверхности не должны превышать 0.05 мм на длине 100 мм.

Пример обозначения соединения с центрированием по наружному диаметру: $D-10\times 72H11/a11\times 82H7/js6\times 12F8/f8$.

Допуски и посадки эвольвентных шлицевых соединений регламентируются ГОСТ 6033-80.

При центрировании соединения по боковым сторонам зубьев предпочтительнее следующие посадки: $H7/r9$, $H7/p8$, $H7/n7$, $H7/k8$, $H7/h7$, $H9/k8$, $H9/h9$, $H9/f7$, $H9/f8$, $H11/d10$; при центрировании по наружному диаметру – $H7/n6$, $H7/js6$, $H7/h6$, $H7/g7$, $H7/f7$.

Посадки подшипников качения на вал и в корпус назначают в зависимости от режима работы подшипника и вида нагружения колец: местного, циркуляционного и колебательного.

При местном нагружении кольцо не вращается относительно вектора нагрузки, внешнюю нагрузку воспринимают одни и те же участки и подвергаются более интенсивному изнашиванию. Невращающееся кольцо подшипника устанавливается так, чтобы исключался натяг.

При циркуляционном погружении кольцо подшипника вращается относительно вектора нагрузки и устанавливается с натягом.

При колебательном нагружении вектор нагрузки перемещается относительно кольца подшипника, но не совершает полного оборота. Для ограничения обкатывания кольца с колебательной нагрузкой по сопряженной детали назначают посадки с небольшим натягом.

Поля допусков валов и отверстий для подшипников качения приведены в табл. 3.2.

Тугое кольцо упорных шариковых и роликовых подшипников устанавливают на валу по посадке $js6$, а свободное кольцо упорного подшипника монтируют в корпусе с зазором, обеспечивающим самоустановку в радиальном направлении.

Таблица 3.2 – Поля допусков валов и отверстий для радиальных и радиально-упорных подшипников класса точности 0 и 6, не перемещаемых при регулировании

Нагрузка на кольцо	Режим работы*	Обозначение поля допуска	
		для вала	для отверстия
Местное	<i>A</i>	<i>h6</i>	<i>H7</i>
	<i>B, C</i>	<i>js6</i>	<i>Js7</i>
Колебательное	<i>A, B, C</i>	<i>js6</i>	<i>K7</i>
Циркуляционное	<i>A</i>	<i>k6</i>	<i>K7</i>
	<i>B</i>	<i>m6</i>	<i>M7</i>
	<i>C</i>	<i>n6</i>	<i>N7</i>
<p>* <i>A</i> – легкий режим работы, нагрузка спокойная; <i>B</i> – средний режим, непродолжительные перегрузки; <i>C</i> – тяжелый режим, длительная работа с перегрузками</p>			

3.4. Указание допусков формы и расположения поверхностей на чертежах

Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за кинематической точности механизмов станка, упругих деформаций инструмента и самой детали в процессе обработки, несовершенства приспособлений, погрешностей инструмента и пр.

В подвижных соединениях отклонение формы и взаимного расположения приводит к повышенному износу, к нарушению плавности хода, возникновению шума, нарушению герметичности и т.п. В неподвижных соединениях – неравномерность натягов, неравномерность распределения нагрузки по элементам соединения, что приводит к снижению прочности и точности центрирования.

Отклонения формы и взаимного расположения сопряженных поверхностей валов и осей существенно влияет на работоспособность подшипников качения.

Отклонение от параллельности и соосности осей расточек в корпусе редуктора вызывает перенос осей валов, приводящее к неравномерности распределения нагрузок по ширине зубчатого венца посаженных колес и снижению несущей способности передач.

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертеже в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 2.308-79 условными знаками (графическими символами), приведенными в табл. 3.3.

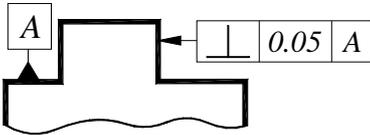
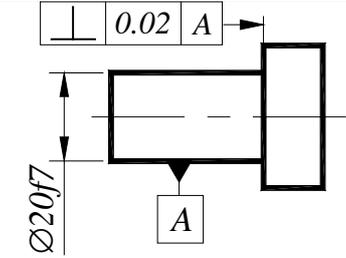
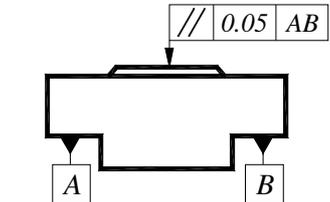
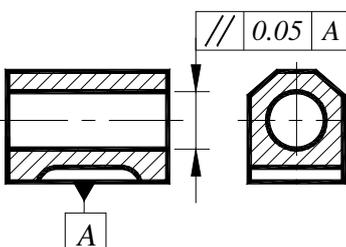
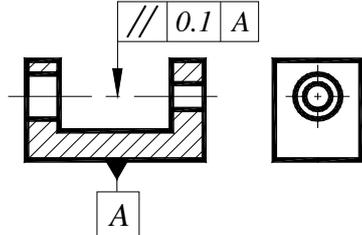
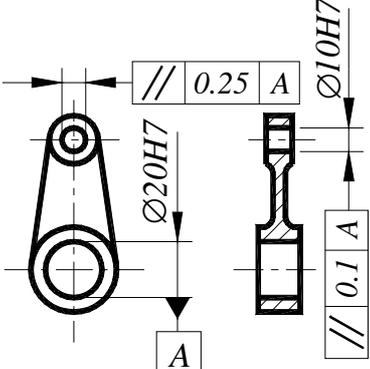
Таблица 3.3 – Условные знаки допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Условный знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуски расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	
Примечание. Основные понятия и определения, относящиеся к допускам формы и расположения, даны в ГОСТ 2.308-79.		

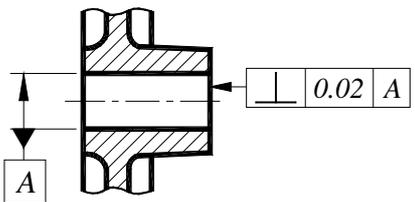
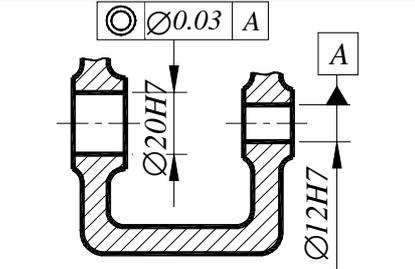
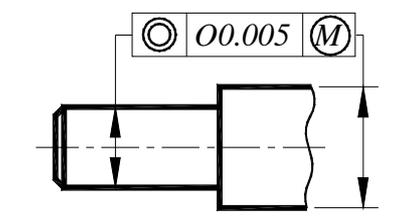
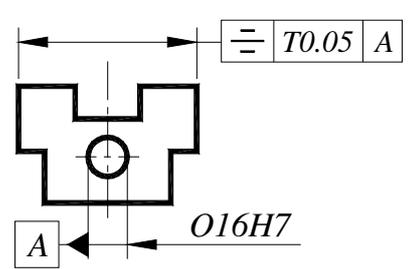
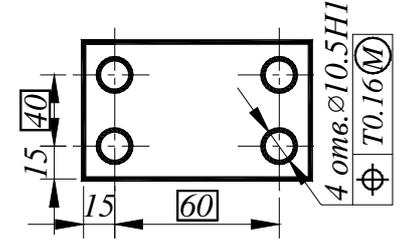
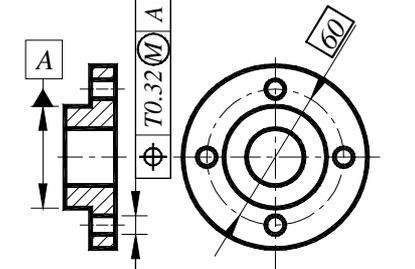
Если допуски формы и расположения поверхностей на чертеже не указаны, это значит, что эти допуски ограничены полем допуска размера.

Примеры указания допусков формы и расположения поверхности приведены в табл. 3.4 [2].

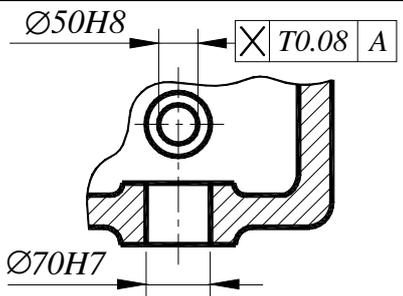
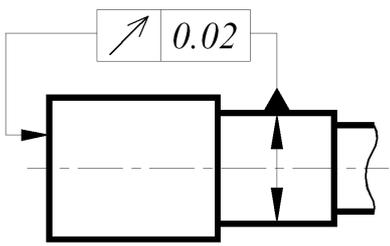
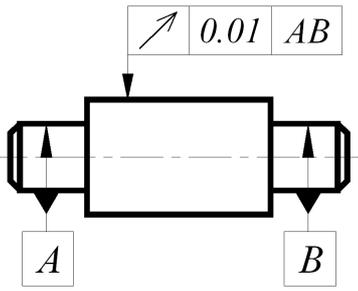
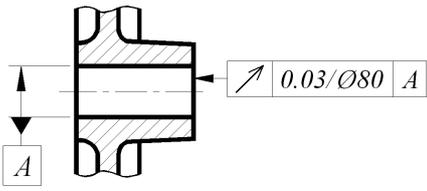
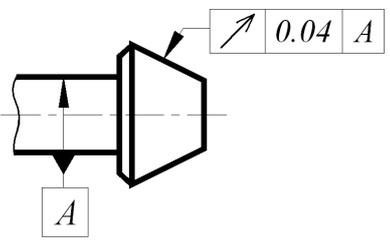
Таблица 3.4 – Примеры указания на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей

№ пп	Приемы условного обозначения	Пояснения
1		Допуск перпендикулярности поверхности 0.05 мм относительно базовой поверхности А
2		Допуск перпендикулярности поверхности 0.02 мм относительно базы А (база – образующая цилиндрической поверхности)
3		Допуск параллельности поверхности 0.05 мм относительно базовых поверхностей А и В
4		Допуск параллельности оси отверстия 0.05 мм относительно базовой поверхности А
5		Допуск параллельности общей оси отверстий 0.1 мм относительно базовой поверхности А
6		Допуск параллельности оси отверстия $\varnothing 10H7$ относительно оси отверстия $\varnothing 20H7$ 0.1 мм; допуск перекося осей 0.25 мм

Продолжение таблицы 3.4

№ пп	Приемы условного обозначения	Пояснения
7		<p>Допуск перпендикулярности торца ступицы детали относительно оси базового отверстия А 0.02 мм</p>
8		<p>Допуск соосности оси отверстия $\text{Ø}20\text{H}7$ относительно базового отверстия $\text{Ø}12\text{H}7$ 0.03 мм, указан в диаметральном выражении</p>
9		<p>Допуск соосности осей цилиндров 0.005 мм, указан в диаметральном выражении; допуск зависимый</p>
10		<p>Допуск симметричности боковых поверхностей; относительно оси отверстия $\text{Ø}16\text{H}7$ 0.05 мм, указан в диаметральном выражении</p>
11		<p>Позиционный допуск смещения осей отверстий от номинального расположения 0.16 мм, указан в диаметральном выражении; допуск зависимый</p>
12		<p>Позиционный допуск смещения осей отверстий от номинального расположения 0.32 мм, указан в диаметральном выражении; допуск зависимый</p>

Окончание таблицы 3.4

№ пп	Приемы условного обозначения	Пояснения
13		<p>Допуск пересечения оси отверстия $\text{Ø}50\text{H}8$ относительно оси отверстия $\text{Ø}70\text{H}7$ 0.08 мм, указан в диаметральном выражении</p>
14		<p>Допуск торцового биения поверхности 0.02 мм относительно оси детали</p>
15		<p>Допуск радиального биения поверхности 0.01 мм относительно общей оси базовых поверхностей А и В</p>
16		<p>Допуск торцового биения поверхности 0.03 мм на $\text{Ø} 80$ мм, определяется относительно ося базового отверстия А</p>
17		<p>Допуск биения конуса в заданном направлении 0.04 мм, определяется относительно оси поверхности А</p>
<p>Примечание. Приведенные в таблице цифры предельных отклонений формы и расположения поверхности следует рассматривать как примеры записи, а не как рекомендуемые величины.</p>		

Знак и числовое значение допуска или обозначение базы вписывают в рамку допуска, разделенную на два или три поля, в следующей последовательности (слева направо): в первом поле знак допуска в соответствии с табл. 3.3, во втором – числовое значение допуска в миллиметрах, в третьем – при необходимости буквенное обозначение базы (баз). Рамка должна соединяться с элементом, к которому она относится. Если допуск относится к поверхности или к ее профилю, соединительная линия не должна быть продолжением размерной (табл. 3.4, п.п. 1, 3).

Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, соединительная линия должна быть продолжением размерной (табл. 3.4, п.п. 4, 6, 8÷13).

Перед числовым значением допуска расположения (соосности, симметричности, пересечения осей, позиционного допуска, формы заданного профиля и заданной поверхности) необходимо ставить:

- символ \varnothing , если круговое или цилиндрическое поле допуска указано диаметром (табл. 3.4, п.п. 8, 9);
- символ R , если это поле указано радиусом;
- символ T , если поле допуска симметричности, пересечения осей, позиционный допуск ограничены двумя параллельными прямыми (табл. 3.4, п. 11) в диаметральном выражении;
- символ $T/2$ (те же поля допусков, что и для символа T в радиусном выражении).

3.5. Нанесение на чертежах обозначений термической и других видов обработки

На чертежах деталей, подвергаемых термической и химико-термической обработке, указывают твердость, полученную в результате обработки (HB , HRC , HV). Записывают ее следует первым пунктом технических требований.

Глубину термической или химико-термической обработки h и твердость указывают предельными значениями «от ... до ...», например h 0.8...1.0; HRC 58...63.

Если обработке подвергаются отдельные участки детали, то их отмечают на чертеже утолщенной штрих пунктирной линией, вид обработки и значения глубины h и единиц твердости показывают на полках линий-выносок.

Если какую-либо поверхность необходимо предохранить от термической обработки, в технически оборудованных требованиях делают запись: « HRC 45...51, кроме поверхности A ».

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС, ЧЕРВЯКОВ И ВАЛОВ

Основные размеры всех передач определены из условия прочности, а контуры их вычерчены на компоновочном чертеже редуктора. Конструктивная отработка их форм, а также крепления их на валах и другие вопросы решаются непосредственно при разработке чертежей этих деталей. При этом необходимо учитывать серийность изготовления, размеры колес и способы получения заготовок.

В курсовом проекте следует ориентироваться, как правило, на средне-серийный выпуск редукторов.

Поскольку одна из целей курсового проектирования – усвоение основ конструирования деталей общего назначения, то прежде чем приступить к разработке рабочих чертежей указанных деталей, необходимо ознакомиться с конкретными рекомендациями по конструированию зубчатых колес, валов и др.

В табл. 4.1 приведены литературные источники с указанием страниц, где наиболее полно и доступно изложены рекомендации по конструированию и представлена необходимая графическая иллюстрация.

Таблица 4.1 – Рекомендуемая литература по конструированию

Наименование детали	[2]	[5]
Цилиндрические зубчатые колеса	41÷47	281÷283
Блоки зубчатых колес	47÷48	
Конические зубчатые колеса	48÷50	283÷284
Валы-шестерни	50÷52	
Червячные колеса	52÷54	284
Червяки	54÷56	302
Установка колес на валах	56÷64	172÷182
Основные способы фиксирования колес на валах	64÷72	172
Конструирование валов	132÷144	164÷182
Регулирование осевого положения колес	72÷79	
Указания на рабочих чертежах	318÷334	292÷298
Примеры оформления чертежей	342	299÷304

Правила оформления чертежей цилиндрических зубчатых колес установлены ГОСТ 2.403-75, конических – ГОСТ 2.405-75.

На изображении зубчатого колеса кроме размеров, характеризующих ступицу, диск и обод, следует обязательно проставлять диаметр вершин зубьев с допуском [2, с. 294÷298; 3, с. 443], ширину зубчатого венца, размеры фасок или радиусы закруглений на торцовых кромках цилиндра вершин, шероховатость поверхностей.

На рабочих чертежах указать или записать текстом в технических требованиях допустимые значения радиального биения окружности (конуса) вершин зубьев цилиндрических и конических колес и указать допуски на биение торцов зубчатого венца и ступицы зубчатого колеса (вал-шестерни). Запись

↗	0.043	∅160	A
---	-------	------	---

 означает, что допустимое биение опорных торцов зубчатого венца на диаметре 160 мм равно 0.043 мм относительно базовой поверхности А. На обрабатываемых поверхностях деталей проставляется шероховатость поверхности по ГОСТ 2789-73.

Рекомендации по выбору шероховатости зубьев колес и червяков в зависимости от степени точности передачи и модуля приведены в литературных источниках [2, с. 294; 5, с. 323-324]. Боковые поверхности зубьев при 8-й степени точности и $m \leq 10$ мм обрабатывают по $\sqrt{Ra1.25} \dots \sqrt{Ra2.0}$, базовые торцы зубчатых колес – по $\sqrt{Ra1.6} \dots \sqrt{Ra2.5}$. На рабочем чертеже зубчатого колеса (вал-шестерни) и червяка в правом верхнем углу помещается таблица параметров. Размеры граф таблиц определены ГОСТ 2.403-75. Таблица параметров состоит из трех частей, которые отделяются сплошными основными линиями.

Первая часть содержит основные данные для изготовления: модуль в нормальном сечении m_n , число зубьев z , угол наклона линии зуба β , направление линии косога зуба – надписью «правое» или «левое» (с учетом, что в паре одно колесо правое, другое – левое), для шевронных колес – надписью «шевронное», стандартный нормальный исходный контур – ссылкой на ГОСТ 13755-81 для цилиндрических эвольвентных колес; на ГОСТ 15023-81 – для передачи с круговым профилем зуба (передачи Новикова); на ГОСТ 13754-81 – для конических колес; коэффициент смещения исходного контура x – с соответствующим знаком (при отсутствии смещения проставляется нуль); степень точности и вид сопряжения – по ГОСТ 1643-81 для цилиндрических колес; по ГОСТ 1758-81 – для конических и по ГОСТ 3675-81 – для червячных.

Вторая часть таблицы содержит данные для контроля зуба – длину общей нормали W с предельными отклонениями. Методика вычисления ее и размеров для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев изложена в книге В. Н. Кудрявцева [2, с. 305÷312].

В третьей части таблицы приводятся справочные данные: делительный диаметр d ; (при необходимости прочие справочные данные, например: размеры для контроля торцового профиля зуба); обозначения чертежа сопряженного зубчатого колеса. Здесь же на рабочем чертеже зубчатого колеса (червяка) выше угловой надписи (штампа) помещаются технические требования на изготовление.

5. МУФТЫ ПРИВОДОВ

В тех заданиях, где муфта не является предметом специальной части проекта, необходимо ориентироваться на стандартные или нормализованные муфты. Наиболее полно они представлены в [2, 3, 5, 6], а также в справочнике [8].

Все стандартные муфты выбирают по величине передаваемого крутящего момента T , диаметра вала d_v и предельной частоте вращения n .

На быстроходных валах между двигателем и редуктором в приводах многих машин устанавливают упругие муфты (втулочно-пальцевые – МУВП, муфты с резиновыми вкладышами, муфты с торообразным элементом и др.). Упругие муфты обладают способностью амортизировать колебания и выполняют также компенсирующие функции, допуская некоторые радиальные и угловые смещения соединяемых валов.

На тихоходных валах целесообразно устанавливать компенсирующие жесткие муфты: цепные, зубчатые, кулачковые.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОБЩЕГО ВИДА ЧЕРТЕЖА ПРИВОДА МАШИНЫ

Привод машины – это комплекс, состоящий из электродвигателя, редуктора, соединительных муфт, рам (плит) и др. Изображается на чертеже формата А1.

Чертеж привода в зависимости от габаритов следует выполнять в масштабе уменьшения (М 1:2.5; 1:4; 1:10). Количество проекций на чертеже должно давать полное представление о приводе и его сборке.

Чертеж не следует загромождать мелкими деталями и элементами узлов: винты и гайки показывать осевыми линиями, кроме тех, которым отдельные узлы крепятся к раме, а рама – к фундаменту. Так как рама к фундаменту крепится одинаковыми болтами, то вычерчивать следует только один болт, а положение остальных показывать осевыми линиями. Так же изображать крепление всех сборочных единиц к раме.

На чертеже общего вида изображается не только привод, но и частично (тонкими штрихпунктирными линиями), то устройство (рама конвейера или металлоконструкция крана, станина станка и др.), к исполнительному органу которого присоединяется данный привод. Проставляются размеры – габаритные и присоединительные (размеры опорных поверхностей, диаметры и координаты крепежных отверстий, зазоры между торцами деталей, расстояния между осями сборочных единиц и др.).

Основанием для задания строителям требований на размеры фундаментов под привод и расположения фундаментных болтов для крепления обычно является монтажный чертеж.

В учебных проектах для уменьшения объема графической работы монтажный чертеж совмещают с общим видом привода. На этом же чертеже кроме проекций привода наносят контуры фундамента и план расположения колодцев под фундаментные болты, координаты которых привязывают к оси машины.

Диаметр фундаментных болтов определяют по крутящему моменту на выходном валу $T_{\text{вых}}$, Н·м

$$d_1 \approx \sqrt[3]{4 \cdot T_{\text{вых}}} \geq 12 \text{ мм.} \quad (6.1)$$

Глубину заложения фундаментного болта в колодец можно принимать в пределах $l=(10...14) d_1$.

Кроме перечисленного, на чертеже общего вида привода помещается техническая характеристика (действующие нагрузки, скорости движения, тип двигателя, его мощность и др.) и технические требования к точности монтажа изделия (допускаемые радиальные, угловые и осевые смещения валов и др.).

На полках линий-выносок указываются номера позиций сборочных единиц и деталей изделия. На этот чертеж составляется спецификация (см. разд. 2), в которой записывают сначала сборочные единицы, (редуктор, муфты, рама и др.), далее – стандартные изделия (электродвигатель, винты, гайки и др.), а также все детали и материалы, необходимые для монтажа (шайбы, прокладки и др.).

Пример оформления чертежа общего вида привода пластинчатого конвейера представлен в книге [5, с. 366; 3, с. 502].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перегон В. А., Коряк А. А., Бобошко А. А., Момот Д. И. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Детали машин» (раздел «Проектирование привода конвейера») для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 7.090210, 7.090211, 7.090214, 7.090258. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 27 с.
2. Кудрявцев В. Н. Курсовое проектирование деталей машин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1984. – 400 с.
3. Иванов М. Н., Иванов В. Н. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высш. шк., 1975. – 350 с.
4. Чернявский С. А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1984. – 357 с.
5. Дунаев Г. В., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин, – М.: Высш. шк., 1985. – 415 с.
6. Киркач Н. Б., Баласанян Р. А. Расчет и проектирование деталей машин. – Харьков: Основа, 1991. – 276 с.
7. Момот Д. І., Шарапата А. С. Передачі зачепленням. Розрахунок на міцність: Навчально-методичний посібник. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2007. – 184 с.
8. Грядиль В. П. и др. Справочник по единой системе конструкторской документации. – Харьков: Прапор, 1988. – 255 с.
9. Поляков В. С. и др. Муфты приводов. – М.: Машиностроение, 1986. – 252 с.

Приложение А – Форма листов спецификации привода
и основные надписи на них

		6	6	8	70		63	10	22
		8		15				5	
		20							
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
				<u>Документация</u>					
			АДТМ 31.71.01СБ	Сборочный чертеж					
			АДТМ 31.71.01ПЗ	Пояснительная записка					
				<u>Сборочные единицы</u>					
		1	АДТМ 31.71.01.001	Редуктор червячный	1				
		2	АДТМ 31.71.01.002	Рама	1				
		3	АДТМ 31.71.01.003	Салазки	2				
				<u>Детали</u>					
		4	АДТМ 31.71.01.011	Болт анкерный М24	4				
		5	АДТМ 31.71.01.012	Шкив	1				
		6	АДТМ 31.71.01.013	Шкив	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
				Болты ГОСТ 7798-70:					
		7		М10х45.58	4				
		8		М20х65.58	4				
				Гайки ГОСТ 5915-70:					
		9		М10-6Н.5	4				
		10		М20-6Н.5	4				
		11		М24-6Н.5	8				
				Шайбы ГОСТ 6402-70:					
		12		10.65Г	4				
		13		20.65Г	4				
		17		Шайба конус 24 ГОСТ 10906-78	4				
		18		Двигатель 4А ГОСТ 19523-81	1				
		19		Ремень А-1000 ГОСТ 1284-80	6				
								АДТМ 31.71.01СБ	
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Иванов И.И.		20.04					
Проверил		Петров П.П.							
Н.контр.									
Утв.									
								Лит. Лист Листов	
								1 1 1	
								Привод	
								ХНАДУ	

Приложение Б – Первый лист спецификации сборочной единицы (редуктора)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			АДТМ 31.71.01.001СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	АДТМ 31.71.01.001.001	Колесо червячное	1	
		2	АДТМ 31.71.01.001.002	Маслоуказатель	1	
		3	АДТМ 31.71.01.001.003	Крышка	1	
				<u>Детали</u>		
		4	АДТМ 31.71.01.001.004	Корпус	1	
		5	АДТМ 31.71.01.001.005	Крышка	1	
		6	АДТМ 31.71.01.001.006	Вал	1	
		7	АДТМ 31.71.01.001.007	Червяк	1	
		8	АДТМ 31.71.01.001.008	Крышка подшипника	1	
		9	АДТМ 31.71.01.001.009	Крышка подшипника	1	
		10	АДТМ 31.71.01.001.010	Крышка подшипника	1	
		11	АДТМ 31.71.01.001.011	Крышка подшипника	1	
		12	АДТМ 31.71.01.001.012	Стакан	1	
		13	АДТМ 31.71.01.001.013	Кольцо маслобрасывающее	1	
		14	АДТМ 31.71.01.001.014	Кольцо маслобрасывающее	1	
		15	АДТМ 31.71.01.001.015	Кольцо маслобрасывающее	2	
		16	АДТМ 31.71.01.001.016	Прокладка		Набор
		17	АДТМ 31.71.01.001.017	Прокладка		Набор
		18	АДТМ 31.71.01.001.018	Прокладка	1	
		19	АДТМ 31.71.01.001.019	Прокладка	1	
		20	АДТМ 31.71.01.001.020	Прокладка	1	
		21	АДТМ 31.71.01.001.021	Прокладка	1	
		22	АДТМ 31.71.01.001.022	Кольцо упорное	1	
		23	АДТМ 31.71.01.001.023	Пробка сливная	1	
АДТМ 31.71.01.001СБ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Листов
Разраб.		Иванов И.И.		20.04	1	2
Проверил		Петров П.П.				
И.контр.						
Утв.						
Редуктор червячный					ХНАДУ	

Министерство образования и науки Украины

*Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет*

Кафедра деталей машин и ТММ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по деталям машин на тему:

"Проектирование привода транспортера"

Схема - 7

Вариант - 1

Выполнил: ст. гр. А-31

Иванов И. И.

Проверил:

доц. Петров П. П.

Харьков, 2008

ДЛЯ ЗАМЕТОК

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЕКТА	
1.1. Рабочая документация. Общие положения.....	4
1.2. Расчетно-пояснительная записка	10
1.3. Шероховатость поверхности, ее параметры и нанесение их на чертежи	12
2. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ.....	16
3. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ	
3.1. Общие сведения.....	18
3.2. Обозначение на чертежах предельных отклонений размеров деталей	19
3.3. Обозначение посадок на чертежах сборочных единиц	20
3.4. Указание допусков формы и расположения поверхностей на чертежах	23
3.5. Нанесение на чертежах обозначений термической и других видов обработки	28
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС, ЧЕРВЯКОВ И ВАЛОВ.....	29
5. МУФТЫ ПРИВОДОВ.....	31
6. ОФОРМЛЕНИЕ ОБЩЕГО ВИДА ЧЕРТЕЖА ПРИВОДА МАШИНЫ	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	33
ПРИЛОЖЕНИЯ	34

Учебное издание

МОМОТ Дмитрий Иванович
ЯНЧЕВСКИЙ Игорь Владиславович

Методические указания
к выполнению и оформлению чертежей к курсовому проекту
по дисциплине «Детали машин»
(для студентов специальности 6.090200)

Ответственный за выпуск *Перегон В. А.*

Редактор *Каплунова Т. В.*

План 2008 г. Поз. ##.

Подписано к печати ##.##.##.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать RISO. Усл. печ. л. ##. Уч.-изд. л. ##.

Заказ № ###/0#. Тираж 150 экз. Цена договорная.

Издательство ХНАДУ, 61002, г. Харьков-ГСП, ул. Петровского, 25
Тел./факс: (057) 700-38-64, 707-37-03; e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

Свидетельство Государственного комитета информационной политики, телевидения и радиовещания Украины о внесении субъекта издательского дела в государственный реестр издателей, изготовителей и распространителей издательской продукции, серия ДК № 897 от 17.04.2002 г.