

А.В. Гропянов, Н.Н. Ситов, М.Н. Жукова

**ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

**Методические указания к курсовой работе
по технологии машиностроения**

**Санкт-Петербург
2018**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

**ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

Методические указания к курсовой работе
по технологии машиностроения

Санкт-Петербург
2018

УДК 621.9 (07)

Типовые технологические процессы механической обработки зубчатых колес: методические указания к курсовой работе по технологии машиностроения /сост. А.В. Гропянов, Н.Н. Ситов, М.Н. Жукова; ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2018, - 63 с.

Рассмотрены основные виды зубчатых колес, технологические задачи возникающие при их изготовлении, материал и заготовки, схемы базирования и типовые маршруты обработки.

Предназначены для студентов всех форм обучения направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Рецензент: зам. директора Института безотрывных форм обучения,
канд. техн. наук, доцент В.О. Варганов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения ВШТЭ СПбГУПТД (протокол № 8 от 02.04.2018).

Утверждены к изданию методической комиссией факультета механики автоматизированных производств ВШТЭ СПбГУПТД (протокол № 4 от 04.05.2018).

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных этапов курсовой работы по технологии машиностроения является разработка технологического процесса (ТП) механической обработки детали. При этом для подавляющего большинства деталей при разработке ТП может быть использован типовой маршрут механической обработки с внесением в него изменений, учитывающих особенности конструкции данной конкретной детали.

Принцип типизации технологических процессов основан на идее проф. А.П. Соколовского, что детали, имеющие общие конструктивные технологические признаки, нужно обрабатывать, применяя единый ТП, который назван типовым.

Работа по типизации ТП начинается с проведения классификации. Основной задачей классификации является приведение всего многообразия заготовок, поверхностей и их сочетания к минимальному количеству типов, для которых можно разрабатывать типовые ТП в нескольких вариантах, чтобы в любом конкретном случае обработки заготовки данного типа можно было выбрать наиболее рациональный типовой процесс, в данных условиях производства. В классификаторе все машиностроительные детали делятся на шесть классов: 71, 72, 73, 74, 75, 76. Каждый класс делится на подклассы, затем на группы и подгруппы; при этом учитываются определенные конструктивные признаки деталей.

Следующим этапом типизации ТП является разработка принципиально общего ТП с установлением типовых последовательности и содержания операций, типовых схем базирования и типовой оснастки. В различных справочниках [4], учебниках [1, 3, 5, 6] и учебных пособиях [2] приведены маршруты обработки типовых деталей: *валов, втулок, рычагов, корпусов, зубчатых колес*. Причем для отнесения детали к одному из указанных типов нужно знать только ее конфигурацию и габариты.

Отнеся деталь к одному из указанных типов, нужно выбрать типовой маршрут для данного производства и скорректировать его применительно к конкретным особенностям каждой детали. В настоящих методических указаниях приведены типовые маршруты механической обработки зубчатых колес. Для них рассмотрены основные технологические задачи, основные схемы базирования, применяемый материал, виды и методы получения заготовок. В таблицах приведены типовые маршруты механической обработки с указанием основных этапов, оборудования и приспособлений. Типовые ТП обработки приведены с указанием переходов для каждой операции, оборудования, приспособлений, инструментов, операционных эскизов и схем обработки на основных операциях.

ТИПОВЫЕ МАРШРУТЫ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

1. Служебное назначение и типовые конструкции

Зубчатые колеса служат для передачи крутящего момента от одного вала к другому при заданном передаточном отношении частоты вращения валов с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями. Зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев называют *шестерней*, а с большим – *колесом* (ГОСТ 16530–83).

Ниже приведены основные типы зубчатых передач в зависимости от взаимного расположения осей валов.

Основные типы зубчатых передач

Взаимное расположение осей валов		
параллельные	пересекающиеся	скрещивающиеся
Прямозубые цилиндрические передачи с внешними и внутренними зацеплениями	Прямозубые конические передачи	Винтовые передачи
Косозубые цилиндрические передачи с внешним и внутренним зацеплением	Конические передачи с косыми зубьями	Гипоидные передачи
Шевронные цилиндрические передачи с внешним и внутренним зацеплением	Конические передачи с нулевым углом наклона зубьев	Спиroidные передачи
Реечные передачи	Конические передачи с криволинейными зубьями	Цилиндрические червячные передачи Глобоидные червячные передачи

В данном пособии рассмотрены типовые ТП изготовления основных типов зубчатых колес: цилиндрических (рис. 1, а, б, в, д, е, ж, з, и, к, м, о), конических (рис. 1, г, н, с), червячных (рис. 1, л, п) и червяков (рис. 1, р).

В зависимости от служебного назначения различают следующие основные типы зубчатых колес (рис. 1):

I – одновенцовые колеса с достаточной длиной базового отверстия l ($l/d < 1$) (рис. 1, а, б, в, г); обработав точно отверстие и торец, можно получить в качестве технологической базы двойную направляющую поверхность отверстия, а в качестве опорных баз – поверхность торца и шлица;

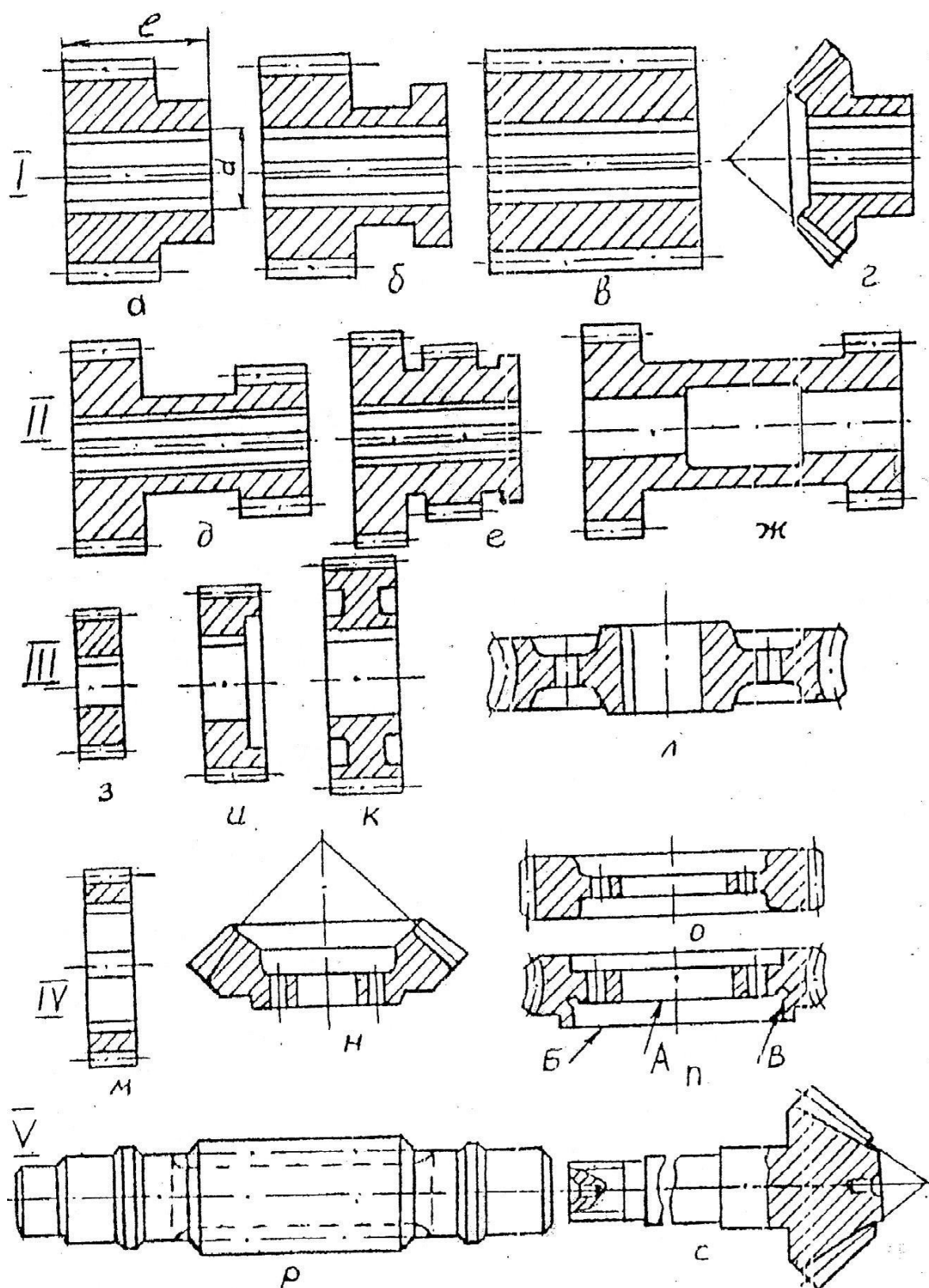


Рис. 1. Типы зубчатых колес

II – многовенцовые колеса, которые имеют значительно большую длину базового отверстия, чем диаметр ($l/d < 1$) (рис. 1, д, е, ж), поэтому они также могут базироваться как колеса типа I;

III – одновенцовые колеса типа дисков, у которых $l/d < 1$ (рис. 1, з, и, к, л) и длина поверхности отверстия недостаточна для базирования двойной направляющей базы; поэтому после обработки отверстия и торца установочной базой для последующих операций может быть базовый торец, а двойной опорной базой – поверхность отверстия;

IV – венцы, которые после обработки насаживаются и закрепляются на ступицу колеса и вместе с ней образуют одновенцовые или наиболее часто встречаемые многовенцовые колеса (рис. 1, м, н, л);

V – зубчатые колеса-валы, которые имеют большую длину (рис. 1, р, с).

Если колесо закреплено неподвижно на оси вала в определенном положении, то ступицу делают как простой выступ с обработанным торцом (рис. 1, а). Если требуется иметь колесо-каретку, перемещающуюся по оси вала для введения в зацепление с другим колесом, то на ступице необходимо предусмотреть канавку для вилки переключения (рис. 1, б, е). Кроме того, зуб по торцу должен быть закруглен, чтобы обеспечить более плавное введение зубьев во впадины другого колеса.

Установлено 12 степеней точности зубчатых колес передач (в порядке убывания точности: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) цилиндрических по ГОСТ 163-81, конических по ГОСТ 1758-81 и червячных по ГОСТ 3675-81. Каждой степени точности соответствуют нормы кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев. Кроме норм точности стандарты содержат нормы бокового зазора. Боковой зазор между нерабочими профилями сопряженных зубьев необходим для размещения слоя смазочного материала, компенсации температурных и других деформаций детали, а также погрешностей изготовления деталей и монтажа зубчатой передачи.

Боковой зазор зубчатой передачи – расстояние между боковыми поверхностями зубьев колес в передаче, обеспечивающее небольшой свободный поворот одного из колес при неподвижном парном зубчатом колесе. Он определяется в сечении перпендикулярном направлению зубьев в плоскости, касательной к основным цилиндрическим поверхностям.

В рассматриваемом аспекте работоспособность конкретной зубчатой передачи определяется гарантированным боковым зазором $j_n^{\min}$ (рис. 2). Значение гарантированного бокового зазора характеризует в зубчатой передаче вид сопряжения, который назначают независимо от степени точности зубчатых колес. Установлены шесть видов сопряжения, обозначенных заглавными буквами латинского алфавита (рис. 3), и восемь видов допуска T_{jn} на гарантированный боковой зазор, обозначенный в порядке их возрастания h, d, c, b, a, z, y, x . Для цилиндрических зубчатых передач рекомендуется соответствие.

Вид сопряжения	H	E	D	C	D	A
Допуск	h	h	d	c	b	a
Класс отклонения МОР	II	II	III	IV	V	VI
для степени точности	3-7	3-7	3-8	3-9	3-11	3-12

Кроме того, на гарантированный боковой зазор значительно влияет допуск на межосевое расстояние (МОР) в корпусе передачи, равный $\pm f_a$. Очевидно, что его увеличение уменьшает наименьшее предельное расстояние МОР $d_{\min}$ (рис. 2) и минимальное значение бокового зазора $j_n \min$. Поэтому установлено шесть классов отклонений для МОР, обозначаемых в порядке их убывания римскими цифрами I-VI. Рекомендуемое соответствие допуска и класса отклонения при необходимости можно изменять.

Для конических зубчатых передач не установлен допуск на гарантированный боковой зазор, и другие параметры контролируются вместо допуска на межосевое расстояние. Наименьшая степень точности, на которую регламентированы допуски, - 4.

В червячных цилиндрических передачах для колес термины и обозначения такие же, как и для конических передач. Для червяков обозначения многих видов погрешностей отличаются и приведены в ГОСТ 3675-81.

Примеры обозначения точности зубчатых колес:

8 – ГОСТ 1643-81:

8 – степень по нормам геометрической точности, плавности работы и контакта зубьев;

Д – вид сопряжения.

Допуск на боковой зазор и класс точности, МОР не указаны, так как они соответствуют видам сопряжения (d и III).

7 – 6 – 7 – Вс ГС 1643-81:

7 – степень по нормам геометрической точности;

6 – степень по нормам плавности работы;

7 – степень по нормам контакта зубьев;

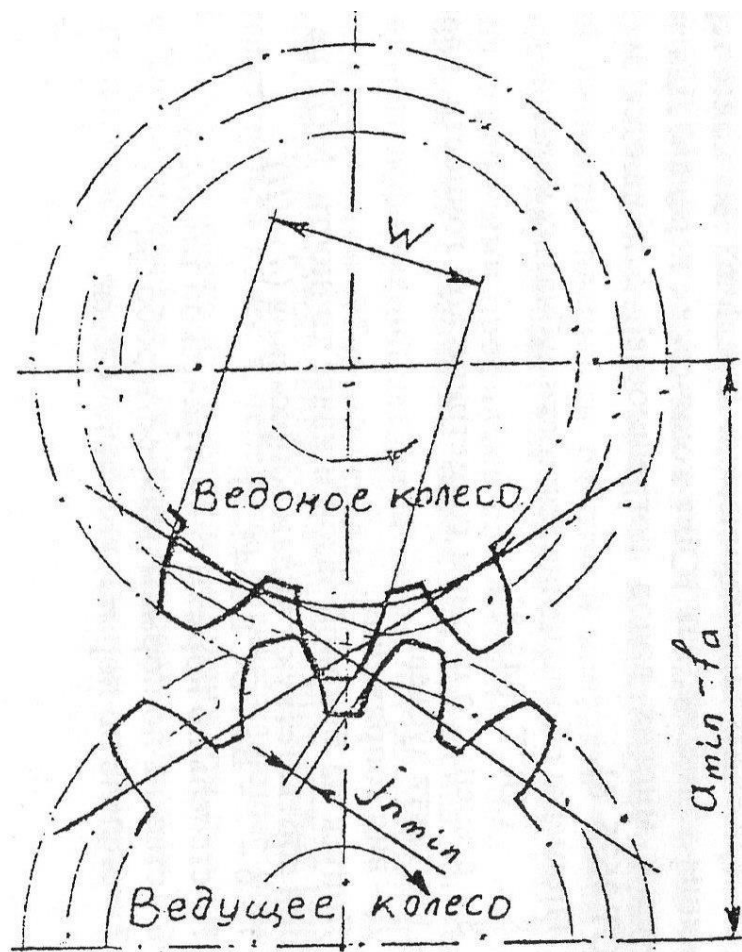


Рис. 2. Схема зубчатого зацепления

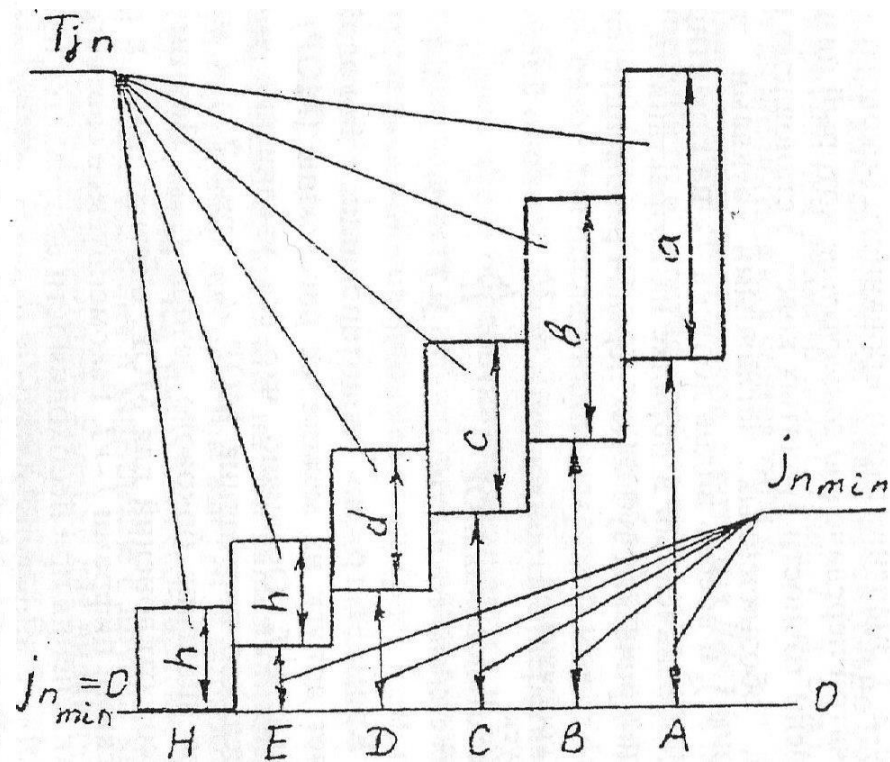


Рис. 3. Схема полей допусков на боковой зазор

В – вид сопряжения;

с – вид допуска на боковой зазор, не соответствующий виду сопряжения В. Класс точности МОР не указан, так как он соответствует виду сопряжения В.

В связи со специфичностью зубчатых колес как изделий, требования к оформлению их чертежей установлены отдельными стандартами: для цилиндрических колес ГОСТ 2.403–75, для цилиндрических реек ГОСТ 2.404–75, для кончиков колес ГОСТ 2.406–75, для цилиндрических червяков и червячных колес ГОСТ 2.406–76. В правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров (рис. 4). Первые пять параметров необходимы для изготовления колеса, остальные (например, W и d , которые не приведены) для контроля.

W – длина общей нормали – расстояние между двумя параллельными плоскостями, касательными к двум разноименным профилям зубьев. Общей нормалью является прямая, касательная к основной окружности (см. рис. 2).

Для прямозубых некоррегированных колес с $\alpha = 20^\circ$ расчетное число зубьев на длине общей нормали

$$Z_{id} = 0,111_z + 0,5 ,$$
$$W = m[1.47606(2Z_n - 1) + 0,014Z],$$

где Z_n – округленное до ближайшего целого числа значение.

Допуск T_{Wn} и отклонения: верхнее E_{Wms} и нижнее E_{Wmi} на длину общей нормали определяют по ГОСТ 1643-81.

Длина общей нормали контролируется рычажным или индикаторным нормалеммером.

Диаметр делительной окружности $d = m \times Z$.

Цилиндрические передачи бывают прямозубые, косозубые и шевронные с внешним и внутренним зацеплением. К цилиндрическим относятся и реечные передачи.

В зависимости от формы кривой профиля зуба различают три вида зацеплений цилиндрических зубчатых передач: циклоидное, зацепление Новикова и эвольвентное зацепление. Наибольшее распространение в машиностроении получило эвольвентное зацепление.

Чтобы обеспечить в прямозубых быстроходных колесах расположение пятен контакта в середине по 60-80 % длины зуба, профиль зуба делают бочкообразным.

Конические зубчатые колеса изготавливают с прямыми, косыми и круговыми зубьями. В машиностроении применяют цилиндрические и глобоидные червячные передачи. В других отраслях применяют конволютные червячные передачи.

Модуль	m	4
Число зубьев	Z	34
Нормальный исходный контур	—	ГОСТ 13755–81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643–81	—	8В

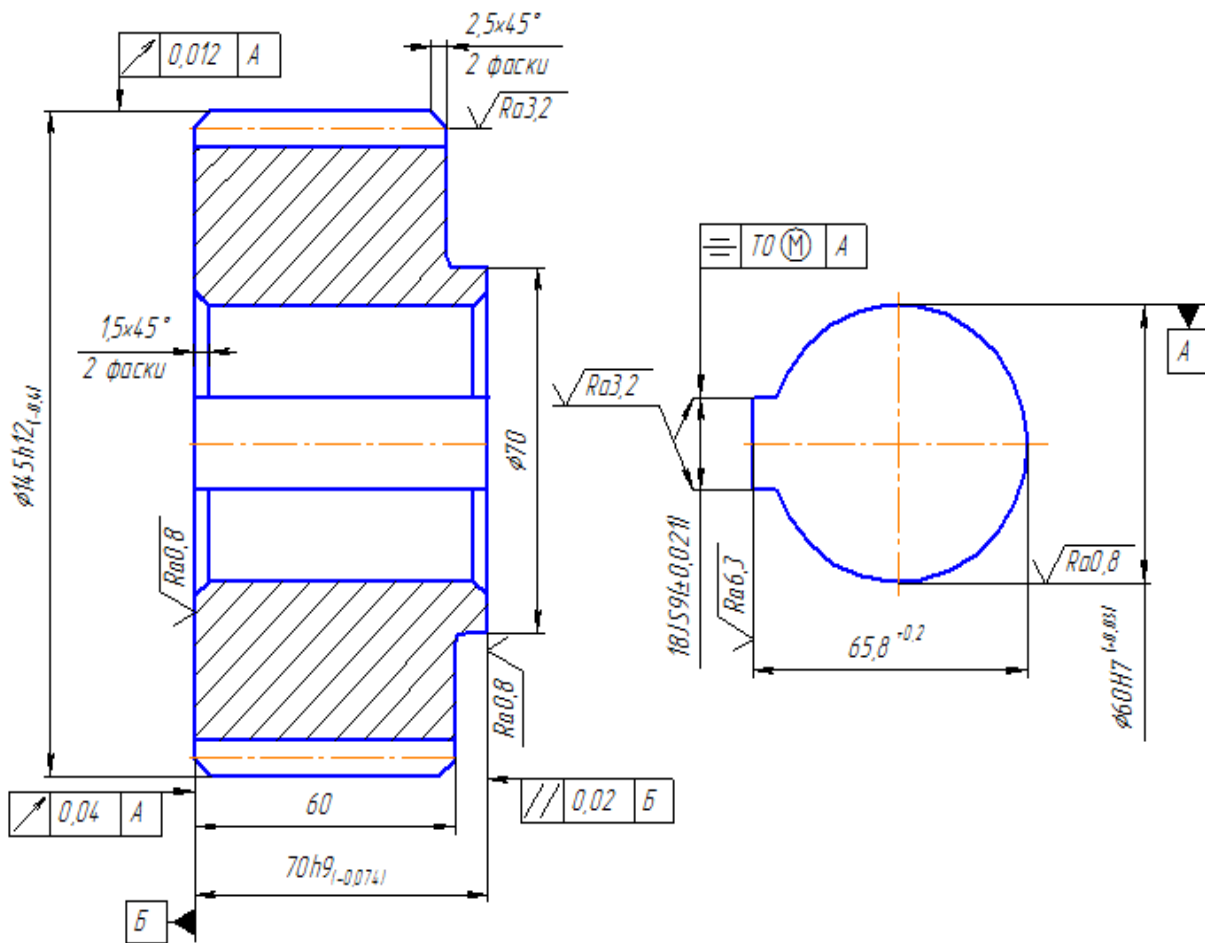


Рис. 4. Чертеж цилиндрического зубчатого колеса

1. Поверхность зубьев цементировать h 0,7...0,9. 58...61 HRC_Э.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по H14, валов по h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.
3. Материал – сталь 20Х.

2. Основные технологические задачи

Точность размеров. Самым точным элементом зубчатого колеса является отверстие, которое выполняют обычно по 7-му качеству, если нет особых требований.

Точность формы. В большинстве случаев особых требований к точности формы поверхности не предъявляется.

Точность взаимного расположения. Несоосность начальной окружности зубчатого колеса относительно посадочных поверхностей допускается не более 0,05–0,1 мм. Неперпендикулярность торца к оси отверстия или вала (биение торцов) обычно принимается не более 0,01–0,015 мм на 100 мм диаметра. В зависимости от условий работы колеса эта величина может быть повышена или несколько уменьшена.

Твердость рабочих поверхностей. Зубья колес работают в условиях переменных ударных нагрузок и подвергаются износу, поэтому часто возникает необходимость повысить твердость поверхности зубьев при сохранении мягкой сердцевины. Для повышения твердости поверхностного слоя наиболее часто применяются:

- цементация – насыщение углеродом поверхностного слоя зубьев колес из низкоуглеродистой стали (с содержанием не более 0,25 % C), толщина слоя $h = 0,1 \dots 3$ мм, твердость после термообработки HRC₃ 45...64;

- цианирование – насыщение поверхности зубьев одновременно углеродом и азотом в расплавленных цианистых солях. Толщина слоя $h = 0,5 \dots 0,8$ мм, твердость после термообработки HRC₃ 45...53.

Чтобы получить заданную структуру и свойства материала сердцевины зубьев, производят нормализацию (880-900° C), а для поверхностного слоя - закалку (760-780° C) с низким отпускком.

Для рассматриваемого цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями (рис. 4):

- а) посадочное отверстие выполняется по 7-му качеству (Ø60H7);

- б) точность формы не задается;

- в) точность взаимного расположения поверхностей:

- отклонение торцевого биения базового торца колеса относительно оси посадочного отверстия не более 0,04 мм;

- отклонение радиального биения наружной поверхности зубчатого колеса относительно оси посадочного отверстия не более 0,012 мм;

- зависимый кусок допуск симметричности шпоночного паза по ширине относительно оси отверстия 0 мм;

- отклонение параллельности торца ступицы к базовому торцу не более 0,02 мм;

- шероховатости поверхностей торцов колеса и базового отверстия $R_a = 0,8$ мкм;

- зубчатый венец цементировать на глубину 0,7–0,9 мм; HRC₃ 58...62.

Геометрические параметры и точность изготовления зубчатого венца указаны в таблице на рис. 4. Например, степень точности по нормам геометрической точности, плавности и контакту зубьев - 8, вид сопряжения – В. Допуск на боковой зазор согласован с видом сопряжения.

3. Материал и заготовки

В зависимости от служебного назначения зубчатые колеса изготавливают, как правило, из углеродистых, легированных сталей, чугуна, пластических масс и бронзы.

Легированные стали обеспечивают более глубокую прокаливаемость и меньшую деформацию по сравнению с углеродистыми.

Материал зубчатых колес должен обладать однородной структурой, обеспечивающей стабильность размеров после термической обработки, особенно по размеру отверстий и шагу колес. Нестабильность возникает после цементации и закалки, когда в заготовке сохраняется остаточный аустенит, она может также возникнуть в результате наклепа и при механической обработке.

При изготовлении высокоточных зубчатых колес для снятия внутренних напряжений рекомендуется чередовать механическую обработку с операциями термической обработки.

Точность колеса после термической обработки снижается на 0,5–1,0 степень и тем меньше, чем лучше подобран материал для стабилизации размеров при термической обработке.

Виды заготовок зубчатых колес зависят от материала, конструкции и серийности выпуска.

В крупносерийном и массовом производстве стальные заготовки зубчатых колес получают штамповкой на винтовых и гидравлических прессах; штамповкой на штамповочных молотах, кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах. Чугунные и бронзовые заготовки получают литьем в кокиль, под давлением, по выплавляемым моделям.

В мелкосерийном производстве стальные заготовки зубчатых колес обычно получают горячей штамповкой в одно-, двух-, и многоручьевых штампах на молотах и прессах.

Заготовки, получаемые ковкой на молотах, имеют большие уклоны-напуски.

Штамповка заготовок в закрытых штампах имеет ряд преимуществ: снижается расход металла из-за отсутствия облоя, форма заготовок ближе к готовой детали, экономия металла составляет от 10 до 30 %. Однако получается повышенный расход штампов.

Штамповка на прессах имеет большое преимущество перед штамповкой на молотах, получается точная штампованная заготовка,

припуски и напуски меньше на 30 %, по конфигурации заготовка ближе к готовой детали.

Штамповкой на горизонтально-ковочных машинах получают заготовки зубчатых колес с хвостовиком или отверстием. Для изготовления заготовок ступенчатых валов-шестерен в крупносерийном производстве применяется поперечно-винтовая прокатка.

Вращение заготовки во время прокатки дает возможность получить более высокую геометрическую точность размеров и снизить припуски на механическую обработку резанием шеек вала-шестерни. Производительность прокатных станов 360-900 шт./ч.

В крупносерийном и массовом производстве применяется горячая высадка на многопозиционных автоматах из стального прутка. Припуск на сторону зуба составляет в среднем 1,0 мм, отход металла в стружку - менее 10 % вместо 30–35 % при горячей штамповке заготовок на молотах и прессах. Заготовки не имеют заусенцев и штамповочных уклонов.

Горячее накатывание зубьев цилиндрических колес применяют взамен черного нарезания зубьев для колес с модулем выше 5-6 мм. Метод горячего накатывания зубьев позволяет снизить расход металла, высвободить производственных рабочих, металлорежущие станки, сократить производственные площади, повысить прочность зубьев.

Прогрессивным методом получения заготовок зубчатых колес является метод порошковой металлургии, когда заготовки зубчатых колес спекаются из порошковых смесей в закрытых штампах при температурековки. Производительность метода для изготовления заготовок простой формы - 200–300 шт./ч, простых заготовок – около 2000 шт./ч.

4. Основные схемы базирования

Сборочной базой для зубчатых колес типов I-IV (рис. 1) являются отверстие и базовый торец, а для зубчатых колес-валов – поверхности базовых шеек. Если центральное отверстие колеса шлицевое, то зубчатое колесо может центрироваться по наибольшему диаметру шлицев или боковым поверхностям.

За черновую базу на первой токарной операции выбирают наружную цилиндрическую (или коническую для конических колес) поверхность заготовки и противобазовый торец. Закрепляют заготовки в трехкулачковом патроне аналогично закреплению втулок на первой операции (рис. 3, а, б, в [7]). На этой операции получают чистовую базу – поверхность отверстия и торца колеса. Причем для колес, имеющих ступицу с достаточным диаметром и глубиной отверстия (типы I-II, рис. 1), сначала обрабатывают отверстие (двойная направляющая аза), а затем базовый торец (опорная база). А для колес тарельчатого или венцевого типа (типы III-IV) сначала

обрабатывают базовый торец (установочная база), затем отверстие (двойная опорная база).

Для зубчатых колес типа валов (тип V) за черновую базу выбирают поверхности опорных шеек (рис. 3, а, [8]) и торец ступицы. На этой операции фрезеруют торцы вала и сверлят центровые отверстия – чистовую базу.

На большинстве последующих операций базируют заготовку с использованием этих *чистовых баз*. Колеса типов I-II базируют по основному отверстию и торцу на цилиндрических (см. рис. 3, д, [7]), шлицевых (рис. 3, ж [7]) и оправках со шпонками. Колеса типов III-IV базируют по торцу и отверстию на аналогичных оправках (рис. 3, в [7]). Зубчатые колеса-валы зубчатого колеса формы III, IV (рис. 1, з-к) по схеме (рис. 5, а) червячной фрезой 4 зубчатое колесо 3 базируется по торцу с помощью с подкладки 5 и отверстие с помощью оправки 1 (шпоночной, шлицевой или гладкой цилиндрической) при закреплении шайбой 2.

При долблении зубьев многовенцевого колеса типа III (рис. 1, д-ж) долбяком 2 (рис. 5, б), закрепленным на шпинделе 1, зубчатое колесо 3 базируется по отверстию с помощью оправки 5 по торцу с помощью втулки 4.

На операции шлифования основных поверхностей зубчатого колеса 4 (рис. 5, в) на двухшпиндельном полуавтомате (отверстия - шлифовальным кругом 3 и торца - кругом 2) базирование осуществляется в мембранном патроне 6 по торцу с помощью штырей 5 и по делительной окружности зубчатого венца с помощью роликов 1. Такая схема базирования обеспечивает наименьшее биение диаметра делительной окружности зубчатого венца относительно базового отверстия и торца на последующей отделочной операции обработки зубьев (шлифования, шевингования, притирки, обкатки). Базирование на операции шлифования основного отверстия и базового торца колеса может осуществляться с помощью специально созданных базовых поверхностей противобазового торца и наружной цилиндрической поверхности зубчатого венца, которые предварительно шлифуют.

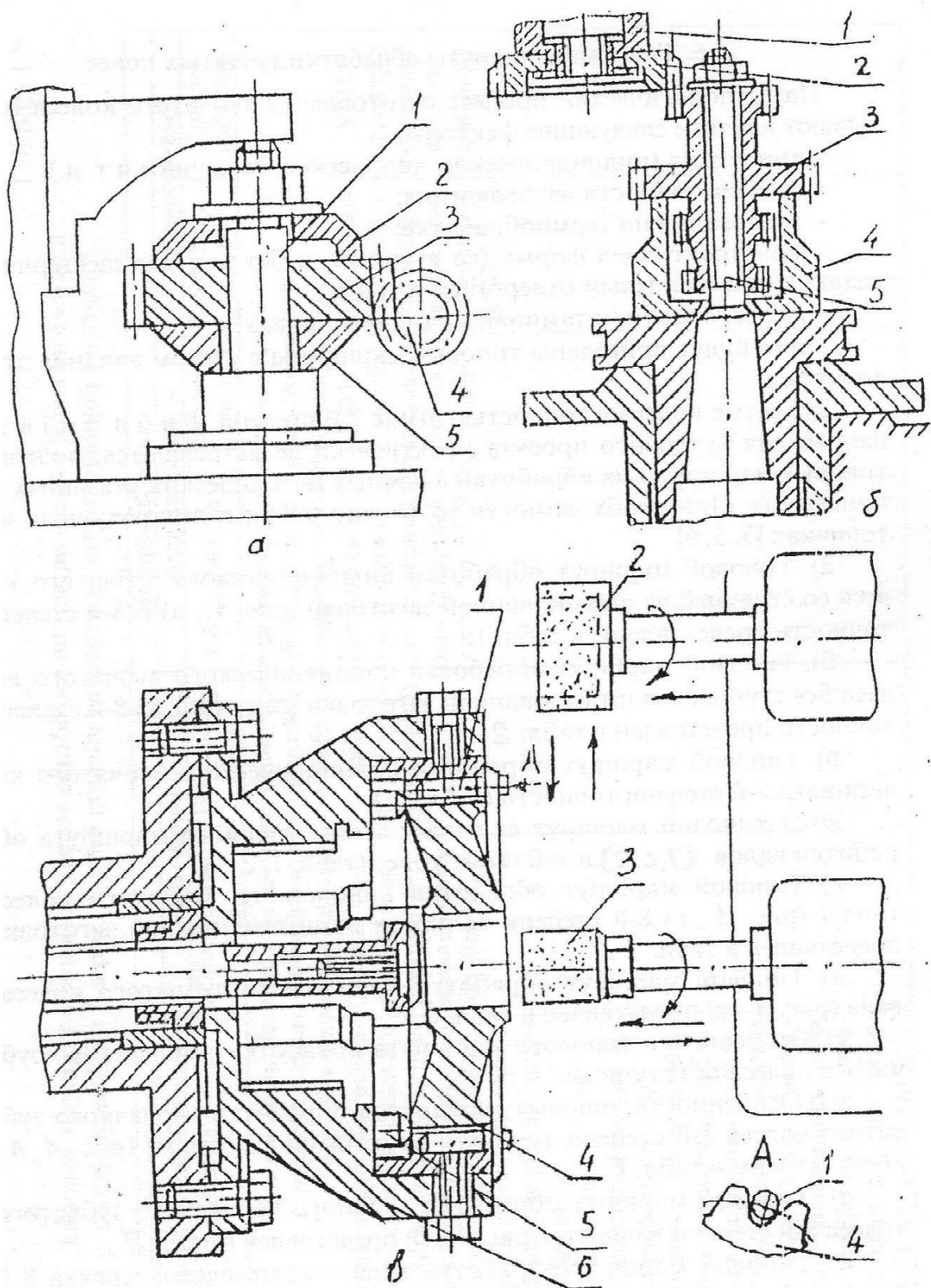


Рис. 5. Схемы базирования и закрепления зубчатых колес

5. Типовые маршруты обработки зубчатых колес

На технологический процесс изготовления зубчатого колеса оказывают влияние следующие факторы:

- тип колеса (цилиндрическое, коническое, червячное и т.д.);
- степень точности изготовления;
- требования по термообработке;
- конструктивная форма (со ступицей и без нее; вал-шестерня; с гладким или шлицевым отверстием и т.д.);
- вид заготовки (штамповка, отливка, прокат).

Ниже будут приведены типовые маршруты с учетом влияния этих факторов.

Зубчатые колеса с точностью выше 7-й степени (5, 6 и т.д.) в заданиях для курсового проекта практически не встречаются, поэтому маршруты их обработки в данных методических указаниях не приведены. При необходимости их можно найти в литературных источниках [3, 5, 6].

а). Типовой маршрут обработки цилиндрического зубчатого колеса со ступицей из штампованной заготовки (рис. 1, а) 7-8 степени точности представлен в табл. 1

б). Типовой маршрут обработки цилиндрического зубчатого колеса без ступицы из штампованной заготовки (рис. 1, з, к) 8-й степени точности представлен в табл. 2.

в). Типовой маршрут обработки цилиндрического зубчатого колеса-вала

8-й степени точности представлен в табл. 3.

Этот типовой маршрут включает этапы типового маршрута обработки валов [7, с.12] и зубчатых колес (табл. 1, 2).

г). Типовой маршрут обработки конического зубчатого колеса типа I (рис. 1, г) 8-й степени точности из штампованной заготовки представлен в табл. 4.

д). Типовой маршрут обработки конического зубчатого колеса-вала (рис. 1, с) представлен в табл. 5.

е). Особенности типового маршрута обработки конического зубчатого без ступицы.

ж). Особенности типовых маршрутов обработки червячного зубчатого колеса 8-й степени точности из отливной заготовки (рис. 1, л) представлены в табл. 6.

з). Типовой маршрут обработки сборного червячного зубчатого колеса 8-й степени точности (рис. 1, п) представлен в табл. 7.

и). Типовой маршрут обработки вала - архимедова червяка 8-й степени точности (тип V рис. 1, р) представлен в табл. 8.

к). Технологический процесс изготовления цилиндрического зубчатого колеса (рис. 4) представлен в табл. 9.

Таблица 1

**Типовой маршрут основных этапов обработки цилиндрического зубчатого колеса
со ступицей (тип I а, рис. 1) 8-й степени из штампованной заготовки**

№ эт ап а	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд ование	приспо соблен ие	оборудова ние	приспос обление	оборудов ание	приспосо бление
1-й вариант. Базовый торец колеса (конструкторская база) расположена напротив торца ступицы. Цилиндрическая поверхность ступицы по размерам, жесткости и другим признакам может быть выбрана за черновую технологическую базу							
I	Токарная обработка основного отверстия и базового торца (комплект конструкторских баз) при базировании по цилиндрической поверхности ступицы и противобазовому торцу зубчатой поверхности. 005. Токарная 1. Подрезать базовый торец предварительно 2. Точить цилиндрическую поверхность зубчатого венца окончательно 3. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, а если есть, то зенкеровать или расточить)	Станки : токарн ый или токарн о- револь верный с ЧПУ или без него	УБП (патро н трехку лачков ый)	Полуавтом аты: токарно- револьвер ный или токарный с ЧПУ или без него	УБП (патрон трехкул ачковый с пневмоп риводом)	Полуавто маты: токарно- револьвер ные или многошп индельны е	УБП (патрон трехкула чковый с пневмопр иводом)

Продолжение табл. 1

№ эта па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд ование	приспо соблен ие	оборудова ние	приспос обление	оборудов ание	приспосо бление
I	4. Подрезать базовый торец с припуском под шлифование 5. Обработать отверстие (развернуть или расточить с окончательной точностью. Если центрирование осуществляется по наружному диаметру шлицев, то дополнительный припуск не оставляется, обеспечивается точность по чертежу (H11) 6. Точить или расточить фаски						
II	Токарная обработка других цилиндрических поверхностей при базировании по основному отверстию и базовому торцу. 010. Токарная 1. Подрезать торец ступицы предварительно 2. Подрезать противобазовый торец 3. Точить цилиндрическую поверхность ступицы окончательно 4. Подрезать торец ступицы с припуском под шлифование 5. Точить и расточить фаски	Оборудование то же, что в и в этапе I Приспособление - оправка цилиндрическая					

Продолжение табл. 1

№ эта па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд ование	приспосо бление	оборудо вание	приспос обление	оборудов ание	приспосо бление
III	Обработка шлицевого отверстия или шпоночного паза. а) протягивание шлицевого отверстия комбинированной протяжкой. 015. Протяжная 1. Протянуть шлицевое отверстие	-	-	станки: горизон тально- или вертика льно- протяжн ые	приспос обления нет, так как базиров ание осущест вляется по самому отверсти ю	полуавто маты: горизонта льно или вертикаль но- протяжно й	приспосо бления нет
	б) долбление шлицевого отверстия 1. Долбить шлицевые пазы в отверстии	станок: долбеж ный	УБП (патрон трехкула чковый с делитель ной головкой)	-	-	-	-

Продолжение табл. 1

№	Наименование этапа, операции и	Тип производства
---	--------------------------------	------------------

эта па	попереходное содержание	мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
III	в) протягивание шпоночного паза 015. Протяжная 1. Протянуть шпоночный газ	-	-	станки: горизонтально- или вертикально-протяжные	НСП (оправка для установки детали по отверстию)	полуавтоматы: горизонтально и вертикально-протяжной	НСП (оправка для установки детали по отверстию)
	г) долбление шпоночного паза 015. Долбежная 1. Долбить шпоночный паз	То же, что в п. III, б		-	-	-	-
IV	Нарезание зубьев с базированием по основному отверстию)малому или большому диаметру шлицев, если тот или другой являются центрирующими в шлицевом соединении) и базовому торцу: а) модуль колеса $m \leq 3$ мм R_a 1,6...3,2 мкм	станок зубофрезерный класса Н	НСП (оправка шлицевая или шпоночная	полуавтомат зубофрезерный класса Н	НСП (оправка шлицевая или шпоночная при двухместной установке	полуавтомат зубофрезерный класса Н	НСП (оправка шлицевая или шпоночная при двухместной установке

Продолжение табл.1

№ эта	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства		
		мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное

па		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
IV	020. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно (начисто) фрезой червячной модульной однозаходной класса А						
	или 020. Зубодолбежная 1. Долбить зубья окончательно (начисто) долбяком класса А	станок зубодолбежный	НСП (справка шлицевая или шпоночная)	полуавтомат зубодолбежный класса Н	НСП (оправка шлицевая или шпоночная)	полуавтомат зубодолбежный класса Н	НСП (оправка шлицевая или шпоночная)
	б) модуль колеса $m > 12$ мм $R_a = 1,6 \dots 3,2$ мкм 020. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья предварительно (начерно) фрезой червячной модульной двухзаходной или трехзаходной класса С	Станки и приспособления те же, что и в зубофрезерной операции п. IV, а					

Продолжение табл. 1

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд	приспо	оборуд	приспособ	оборуд	приспособл

		ование	соблен ие	ование	ление	вание	ение
	в) модуль колеса $12 > m > 3 \text{ мм}$ $R_a = 1,6 \dots 3,2 \text{ мм}$ 020. Зубофрезерная 1. Фрещеровать зубья предварительно (начерно) фрезой червячной модульной двухзаходной или трехзаходной класса С	Станки и приспособления те же, что и в зубофрезерной операции п. IV, а					
	025. Зубодолбежная 1. Долбить зубья окончательно (начисто) долбяком класса В	Станки и приспособления те же, что и в зубодолбежной операции п. IV, а					
	020. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья предварительно фрезой червячной модульной двух- или трехзаходной класса С	Станки и приспособления те же, что и в зубодолбежной операции п. IV, а					
	025. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно (начисто) фрезой червячной модульной однозаходной класса В	Станки и приспособления те же, что и в зубодолбежной операции п. IV, а					

Продолжение табл. 1

№ эта па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		обору дован	приспос обление	оборудо вание	приспосо бление	оборудо вание	приспособл ение

		ие					
	Зубозакругление (базирование то же, что и при этапе IV). Применяется, если по чертежу требуется закруглять зубья. 030. Зубозакругляющая 1. Закруглить торцы зубьев	станок к зубоза кругл яющи й	НСП (оправка шлицева я или шпоноч ная)	станок или полуавт омат зубозакт руляющ ий	НСП (оправка шлицевая или шпоночн ая)	полуавт омат зубозакр угляющ ий	НСП (оправка шлцевая или шпоночная)
VI	Термообработка, например: 035. Термическая 1. Цементировать поверхность зубчатого венца 2. Закалить поверхность зубчатого венца	Цементация, закалка, отпуск низкий					
VI I	Чистовая обработка шлицевого отверстия а) если производится центрирование по малому диаметру шлицев или гладкому отверстию со шпоночной канавкой, то шлифование отверстия (по малому диаметру шлицев) и базового торца с базированием по делительному диаметру зубчатого венца и противобазовому торцу:	станок к внутр ишли фовал ьный с двумя круга ми	УНП (патрон мембран ный с ролика ми)	станок или полуавт омат внутриш лифовал ьный с двумя кругами	УНП (патрон мембранн ый с ролика ми)	полуавт омат внутри шлифов альный с двумя кругами	УНП (патрон мембранн ый с ролика ми)

Продолжение табл. 1

№ эта па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд ование	приспо соблен	оборудо вание	приспосо бление	оборудо вание	приспособл ение

			ие				
	040. Внутршлифовальная 1. Шлифовать отверстие 2. Шлифовать базовый торец						
	б) если центрирование производится по большому диаметру шлицев, то калибровка шлицев по большому диаметру и боковым сторонам ($HRC_3 \leq 54$): 040. Калибровочная 1. Калибровать отверстие по большому диаметру шлицев и боковым сторонам	Оборудование: пресс гидравлический Оснастка: прошивка шлицевая и подставка с отверстием					
VI II	Шлифование торца ступицы с базированием по базовому торцу: 045. Плоскошлифовальная 1. Шлифовать торец ступицы	станок плоско шлифо вальны й с или без ЧПУ	УНП (плита магнит ная)	станок или полуавт омат плоскош лифовал ьный	СНП (плита магнитна я)	полуавт омат плоскош лифовал ьный	НСП (плати магнтная)

Продолжение табл. 1

№ эта	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства		
		мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное

па		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
2-й вариант. Базовый торец колеса (конструкторская база) - торец ступицы, или базовый торец колеса расположен напротив торца ступицы, но цилиндрическая поверхность ступицы по размерам, жесткости, силе закрепления и другим параметрам не может быть выбрана за черновую технологическую базу							
I	Токарная обработка основного отверстия и торца по наружной поверхности зубчатого венца и торцу зубчатого венца, противоположному торцу ступицы: 005. Токарная 1. Подрезать торец ступицы предварительно 2. Точить цилиндрическую поверхность ступицы 3. Подрезать торец зубчатого венца окончательно 4. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, а если есть, то зенкеровать или расточить) 5. Подрезать торец ступицы с припуском под шлифование	Оборудование и приспособление те же, что и в этапе I 1-го варианта					

Окончание табл. 1

№ эта	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства		
		мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное

Примечания к табл. 1

1. Штампованная заготовка перед механической обработкой подвергается термообработке – нормализации и отпуску для стабилизации структуры металла и снятия внутренних напряжений.

2. Этап III (рис. 1, а, б) выполняется, если отверстие шлицевое, этап III (рис. 1, в, г) - если оно со шпоночной канавкой. Если отверстие гладкое, эти этапы опускаются.

3. Базирование в этапе VII по зубчатой поверхности обеспечивает наиболее точное расположение зубьев относительно отверстия. Но зубчатая поверхность после термообработки подвергается короблению, покрывается слоем окалины. Поэтому в литературных источниках [3,6] предлагается второй вариант – базировать зубчатое колесо в этапе VII по специально подготовленным базам – наружной поверхности зубчатого венца и противобазовому торцу. Предварительно подготовка баз производится на этапе, следующем за этапом VI, – шлифование по наружному диаметру и противобазовому торцу на торцекруглошлифовальном станке или полуавтомате при базировании по малому диаметру шлицев и базовому торцу на оправке.

4. При массовом производстве зубчатых колес, кроме приведенного в табл. 1 токарного варианта обработки, на этапах до нарезания зубьев применяют сверлильно-протяжный вариант (см. [7, с.13]).

5. При обработке зубчатых колес 9-й степени точности на этапе I производится токарная обработка (черновая, получистовая и чистовая) с одной стороны при базировании по цилиндрической поверхности ступицы и противобазовому торцу. На этапе II производится токарная обработка (черновая, получистовая и чистовая) с другой стороны при базировании по основному отверстию и базовому торцу. Затем осуществляется этап III. Затем этап IV – нарезание зубьев однократное и этапы V-VIII.

6. В мелкосерийном производстве при изготовлении зубчатых колес 9-й и 10-й степеней точности этап IV может производиться методом деления на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках модульными дисковыми и пальцевыми фрезами.

Таблица 2

Типовой маршрут основных этапов обработки цилиндрического зубчатого колеса без ступицы (тип III, рис. 1, з, к) 8-й степени точности из штампованной заготовки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспособл ение
I	Токарная обработка с одной стороны при базировании по противобазовому торцу и части цилиндрической поверхности зубчатого венца. 005. Токарная 1. Подрезать базовый торец предварительно (начерно) 2. Точить цилиндрическую поверхность зубчатого венца предварительно до кулачков патрона 3. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, или зенкеровать, или расточить - если есть) 4. Подрезать базовый торец с припуском под шлифование	оборудование и приспособление те же, что и в этапе I табл. 1					

№ эта-па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспосо бление	оборудо вание	приспособл ение
II	Токарная обработка с другой стороны при базировании по базовому торцу и части цилиндрической поверхности зубчатого венца. 010. Токарная 1. Подрезать противобазовый торец предварительно (начерно) 2. Точить цилиндрическую поверхность зубчатого венца предварительно до кулачков патрона 3. Обработать отверстие предварительно (развернуть или расточить) получисто 4. Подрезать противобазовый торец с припуском под шлифование 5. Точить и расточить фаски	оборудование и приспособление те же, что и в этапе I					

№ этап а	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспособл ение
III	Шлифование боковых сторон за два установа последовательно: 015. Плоскошлифовальная 1. Установить и снять заготовку (на противобазовый торец) 2. Шлифовать базовый торец 3. Переустановить заготовку (на базовый торец) 4. Шлифовать противобазовый торец	станок плоскош лифоваль ный с ЧПУ или без	УНП (плита магнитна я)	станок или полуавто мат плоскошл ифовальн ый	СНП (плита магнитна я)	полуавто мат плоскош лифоваль ный	НСП (плита магнитная)
IV	Обработка отверстия с окончательной точностью при базировании по базовому торцу. Если центрирование осуществляется по наружному диаметру шлицев, то дополнительный припуск не оставляется. Обеспечивается точность по чертежу (H11). Если центрирование - по внутреннему диаметру шлицев или основному отверстию со шпоночной	станки: токарные точности П с ЧПУ или без	УБП (патрон с подкоше нными кулачкам и для базирова ния по торцу)	станки: алмазно- расточно й или токарные с ЧПУ	СНП (патрон с подкоше нными кулачкам и)	полуавто мат алмазно- расточно й	СНП (патрон с подкошенн ыми кулачками)

	канавкой, то оставляется дополнительный припуск под шлифование. Точность - по чертежу (H7).						
--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение табл. 2

№ этап а	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспосо бление	оборудов ание	приспособл ение
	020. Алмазно-расточная 1. Расточить основное отверстие припуском под шлифование						
V	Обработка шлицевого отверстия или шпоночного паза: 025. Протяжная 025. Долбежная	полностью повторяется этап III из табл. 4					

VI	Чистовое точение по наружному диаметру зубчатого венца при базировании по базовому торцу и основному отверстию (гладкому или по наружному диаметру шлицев в зависимости от способа центрирования): 030. Токарная 1.Точить наружный диаметр зубчатого колеса	станки: токарный или токарно-револьверный с ЧПУ или без	УБП (оправка гладкая или шлицевая)	токарный или токарно-револьверный станок или полуавтомат	СНП (оправка гладкая или шлицевая)	токарный или токарно-револьверный полуавтомат	УБП (оправка гладкая или шлицевая)
----	---	---	-------------------------------------	--	-------------------------------------	---	------------------------------------

№ этап а	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
VII	Зубонарезание: 035. Зубофрезерная 035. Зубодолбежная	полностью повторяется этап IV из табл. 1					
VIII	Термообработка	полностью повторяется этап VI из табл. 1					
IX	Шлифование основного отверстия: 045. Внутришлифовальная	полностью повторяется этап VII из табл. 1					

Примечание:

	коническим поясам центровых гнезд в центрах с поводками или поводковым патроном Этапы IX-XI соответствуют этапам VII-IX типового маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])
--	---

Примечания:

1. Если вал имеет несколько зубчатых венцов, то этап IV включает число операций, равное числу зубчатых венцов. Причем в этапе IV это могут быть операции как зубофрезерования, так и зубодолбления.
2. При нарезании зубчатых поверхностей более грубых степеней точности обратить внимание на примечания 5, 6 к табл. 1.

Таблица 4

Типовой маршрут основных этапов обработки конического прямозубого колеса типа I (рис. 1, г)

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудова ние	приспособ ление	оборудова ние	приспособ ление	оборудова ние	приспособ ление
I	Токарная обработка основного отверстия и базового торца при базировании по конической поверхности, противоположной поверхности зубчатого венца и торцу колеса:	станки: токарный или то- карно- револь- верный с или без	УБП (патрон трехкулач ко-вый со ско- шенными кулачками	станки: токарный с ЧПУ или токарно- ре- вольверны й или	УБП (па- трон трех- кулачко- вый со ско- шенными кулачками	полуавтом аты: многорезц овые, многорезц овые копировал	УБП (патрон трехкулачк овый самоцентр ирующий)

	005. Токарная 1. Подрезать торец ступицы (базовый) предварительно 2. Точить наружную поверхность ступицы окончательно 3. Подрезать торец колеса со стороны ступицы окончательно 4. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, или зенкеровать, или расточить, если есть)	ЧПУ	)	токарно-копировальный	и пневмоприводом)	ные или многошпindleные	
--	--	-----	---	-----------------------	-------------------	-------------------------	--

36

Продолжение табл. 4

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
	5. Обработать отверстие (развернуть или расточить) с окончательной точностью. Если центрирование осуществляется по наружному диаметру, то дополнительный припуск не осуществляется. Если центрирование осуществляется по						

	внутреннему диаметру шлицев или основному отверстию со шпоночной канавкой, то оставляется дополнительный припуск на шлифование с точностью по чертежу (H7). 6. Подрезать базовый торец с припуском под шлифование 7. Точить и расточить фаски.						
II	Токарная обработка других поверхностей при базировании по основному отверстию и базовому торцу:	оборудование то же, что и в этапе I приспособление - оправка разжимная					

37

Продолжение табл. 4

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудован ие	приспосо бление	оборудован ие	приспосо бление	оборудова ние	приспособл ение
II	010. Токарная 1. Подрезать торец окончательно 2. Расточить коническую выточку в торце колеса предварительно 3. Точить коническую поверхность зубчатого венца окончательно	оборудование то же, что и в этапе I приспособление - оправка разжимная					

	4. Точить коническую поверхность, противоположную поверхности зубчатого венца окончательно 5. Подрезать торец конической выточки окончательно 6. Точить и расточить фаски						
III	Обработка шлицевого отверстия или шпоночного паза	то же, что и в этапе III табл. 1					
IV	Предварительная обработка зубьев при базировании по торцу ступицы и отверстию: – по наружному диаметру шлицев, если он центрирующий (на шлицевой оправке);	станок горизонтально-фрезерный с делительной головкой	УНП (оправка)	станок или полуавтомат горизонтально-фрезерный с делительным механизмом	СНП (оправка)	полуавтомат специализированный для одновременной обработки трех заготовок тремя фрезами	

Продолжение табл. 4

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
	– по внутреннему диаметру шлицев или гладкому отверстию со шпоночной канавкой					или станок специальный двухшпиндельный для	

	а) предварительное фрезерование дисковыми модульными (или угловыми) фрезами методом копирования (врезания): 015. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья предварительно					обработки заготовки двумя угловыми фрезами или станок специальный трехшпиндельный для обработки одной фрезой трех заготовок	
	б) предварительное строгание зубьев (при модуле $m > 4$ мм) методами: обкатки, врезания или комбинированным: 015. Зубострогальная 1. Строгать зубья окончательно	полуавтомат зубострогательный	УНП (оправка)	полуавтомат зубострогательный	СНП (оправка)	-	-

Продолжение табл. 4

№ этапа	Наименование этапа, операции и переходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление

	в) окончательное строгание зубьев (по сплошному металлу при $m \leq 4$ мм): 015. Зубострогательная 1. Строгать зубья окончательно	то же, что и в этапе IV, б				-	-
	г) предварительное фрезерование зубьев двумя дисковыми фрезами методом обкатки ($m \geq 5$ мм) 015. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья предварительно	-	-	полуавтомат зубофрезерный	СНП (оправка)	полуавтомат зубофрезерный	НСП (оправка)
	д) окончательное фрезерование зубьев двумя дисковыми фрезами методом обкатки ($m \leq 5$ мм): 015. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно	-		-		то же, что и в этапе IV, г	

Продолжение табл. 4

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспос обление	оборудова ние	приспосо бление	оборудование	приспособ ление
	е) предварительно	-	-	полуавтом	СНП	зубопротяжно	НСП

	протягивание зубьев круговой протяжкой методом деления: 015. Зубопротяжная 1. Протянуть зубья предварительно			ат зубропрот яжной	(оправка)	й	(оправка)
	ж) окончательное протягивание зубьев 015. Зубопротяжная 1. Протянуть зубья окончательно	-	-	то же, что и в этапе IV, е			
V	Чистовое нарезание зубьев (базирование то е, что и в этапе IV) а) Чистовое строгание зубьев ($m > 4$ мм)						
	1. Строгать зубья окончательно	то же, что и в этапе IV, б				-	-
	б) Чистовое фрезерование зубьев ($m \geq 5$ мм):	-	-	то же, что и в этапе IV, г			

Продолжение табл. 4

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспос обление	оборудова ние	приспосо бление	оборудование	приспособ ление
	в) Чистовое протягивание зубьев ($m \geq 5$ мм):			то же, что и в этапе IV, е			

	020. Зубопротяжная 1. Протянуть зубья окончательно			
VI	Термическая обработка: 025. Термическая, например: 1. Цементировать поверхность зубчатого венца 2. Закаливать поверхность зубчатого венца	цементация, закалка, отпуск низкий		
VII	Обработка отверстия и базового торца ступицы при базировании по боковым поверхностям трех впадин зубьев: а) Если отверстие с центрированием по малому диаметру шлицев или гладкое со шпоночной канавкой, то шлифование отверстия (по малому диаметру шлицев и базового торца (ступицы):			

Окончание табл. 4

№ эта- па	Наименование этапа, операции и переходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудов ание	приспос обление	оборудова ние	приспосо бление	оборудование	приспособ ление
	030. Внутришлифовальная 1. Шлифовать отверстие	то же, что и в этапе VII, а, табл. 1					

	2. Шлифовать торец	
	б) если отверстие с центрированием по большому диаметру шлицев по большому диаметру и боковым сторонам: 030. Калибровочная 1. Калибровать отверстие по большому диаметру шлицев и боковым сторонам	то же, что и в этапе VIII, б, табл. 1

Примечания:

1. В приведенном маршруте сборочной базой является торец ступицы, поэтому он обрабатывается на этапе I. Если базовым является торец зубчатого колеса, то на первом этапе нужно базировать заготовку по цилиндрической поверхности ступицы и ее торцу (или противобазовому торцу) и обрабатывать торец колеса, отверстие, конические и другие поверхности. Торец и цилиндрическая поверхность ступицы при этом обрабатываются на этапе II при базировании по торцу колеса и отверстию.

2. В этапе V фрезерованием следует обрабатывать колеса с бочкообразным зубом.

3. Если зубчатое колесо имеет круговые зубья, то черновую или чистовую обработку зубьев производят на специальных станках дисковыми резцовыми головками с торцовыми зубьями по методам копирования или обкатки.

Таблица 5

Типовой маршрут основных этапов обработки конического прямозубого колеса-вала 8-й степени точности и заштампованной заготовки (рис. 1, с)

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление

I	Этап I соответствует этапу I типового маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])						
II	Однократная токарная обработка заготовки с двух сторон при базировании в центрах: а) точение хвостовика: 010. Токарная 1. Точить ступени вала окончательно, а подшипниковые шейки с припуском под шлифование 2. Подрезать торцы 3. Точить канавки и фаски	оборудование и приспособления те же, что и в этапе II обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])					
	б) точение головки колеса: 015 Токарная 1. Точить коническую поверхность зубчатого колеса окончательно с базированием в центрах. (Если необходимо делать выточки на торце, то базирование по шейке, прилегающей к головке. Важно не испортить центровое отверстие)	станки: токарно-винторезный или токарно-револьверный с ЧПУ или без	УБП (центра с поводками или патрон ом поводковым)	станки и полуавтоматы: токарный с ЧПУ или токарно-копировальный, или токарно-револьверный с копиром	УБП (центра с поводками или патрон ом поводковым)	полуавтоматы: токарный с ЧПУ или токарно-револьверный или токарно-копировальный	УБП (центра с поводками или патрон ом поводковым)

Продолжение табл. 5

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
III	Предварительное шлифование шеек и	оборудование и приспособления те же, что в этапе IX					

	торцов с базированием в центрах: 020. Круглошлифовальная 1. Шлифовать шейки вала предварительно 2. Шлифовать торец подшипниковой шейки, прилегающей к головке колеса	типового маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])					
IV	Предварительная обработка зубьев при базировании по подшипниковой шейке (или двум шейкам), прилежащей к головке колеса и ее торцу: а) Предварительное строгание зубьев (при $m > 4$ мм): 025. Зубострогательная 1. Строгать зубья предварительно	полуавт омат зубостр огатель ный	УН (патрон самоцент рирующий)	полуавтом ат зубострог ательный	СНП (патрон самоцент рирующий)	-	-
	б) Окончательное строгание зубьев (при $m \leq 4$ мм): 025. Зубострогательная 1. Строгать зубья окончательно	то же, что и в этапе IV, а				-	-

Окончание табл. 5

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо вание	приспособ ление	оборудова ние	приспосо бление	оборудо вание	приспособл ение
	в) Предварительно фрезерование	-	-	полуавтом	СНП	полуавт	НСП

	зубьев двумя дисковыми фрезами методом обкатки ($m \geq 5$ мм): 025. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья предварительно			ат зубофре зный	(патрон самоцент рирующи й)	омат зубофре зерный	(патрон самоцентри рующий)
	г) Окончательное фрезерование зубьев ($m \leq 5$ мм): 025. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно	-	-	-	-	те же, что и в этапе IV, в	
V	Чистовое нарезание зубьев (базирование то же, что и в этапе IV): а) чистовое строгание зубьев ($m > 4$ мм): 030. Зубострогательная 1. Строгать зубья окончательно	то же, что и в этапе IV, а		-	-	-	-
	б) чистовое фрезерование зубьев: 030. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно	-	-	-	-	то же, что и в этапе IV, в	
Последующие этапы VI, VII, VIII и IX совпадают с этапами IV, а, VIII, IX обработки гладкого цилиндрического вала (табл. 1 [8])							

Примечания:

1. Маршрут аналогичен типовому маршруту обработки цилиндрического зубчатого колеса без ступицы по схемам базирования (табл. 2) с той разницей, что наружная цилиндрическая поверхность заменена двумя коническими.

2. Этапы зубонарезания в маршруте обработки располагать аналогично типовому маршруту обработки цилиндрического зубчатого колеса без ступицы (этап VII табл. 2). Эти этапы аналогичны этапам IV-V табл. 4 при нарезании конического колеса со ступицей.

Таблица 6

**Типовой маршрут основных этапов обработки червячного зубчатого колеса
8-й степени точности из отливой заготовки (рис. 1, л)**

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление
I	Токарная обработка с одной стороны при базировании по цилиндрической наружной поверхности и торцу колеса: 005. Токарная 1. Подрезать торец ступицы (базовый) предварительно 2. Подрезать торец зубчатого венца окончательно 3. Обработать отверстие предварительно (зенкеровать или расточить)	оборудование и приспособление те же, что и в этапе I табл. 1					

Продолжение табл. 6

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление

		вание	собление	вание	собление	вание	собление
	4. Подрезать торец ступицы окончательно 5. Обработать отверстие с припуском под развертывание (развернуть или расточить) 6. Развернуть отверстие окончательно 7. Точить и расточить фаски						
II	Токарная обработка с другой стороны при базировании по отверстию и торцу ступицы: 010. Подрезная 1. Подрезать торец ступицы (противобазовый) предварительно 2. Подрезать торец зубчатого венца окончательно 3. Точить наружную цилиндрическую поверхность колеса окончательно 4. Точить радиусную выточку на наружной цилиндрической поверхности зубчатого колеса	оборудование то же, что и в этапе I, приспособление – оправки					

Окончание табл. 6

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо-	приспо-	оборудо-	приспо-	оборудо-	приспо-

		вание	собление	вание	собление	вание	собление
	5. Подрезать торец ступицы окончательно 6. Точить и расточить фаски						
III	Обработка шпоночного паза: 015. Протяжная или 015. Долбежная	полностью повторяются этапы III, в или III, г из табл. 1					
IV	Фрезерование зубьев с базированием по основному отверстию и базовому торцу:	оборудование и приспособления те же, что и в этапе IV табл. 1, но при этом методе суппорт с фрезой стоит на месте, а стол с зубчатым колесом осуществляет радиальную подачу в горизонтальном направлении					
	а) способом радиальной подачи (если угол подъема винтовой линии до 8° , чаще для однозаходных и реже для двухзаходных червячных зубчатых колес): 020. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно						
	б) способом тангенциальной подачи (если угол подъема винтовой линии больше 8° главным образом для многозаходных зубчатых колес): 020. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья окончательно	оборудование и приспособления те же, что и в этапе IV табл. 1, но при этом методе зубофрезерный станок оснащен протяжным суппортом, который сообщает червячной фрезе с заборным конусом тангенциальную (осевую по отношению к фрезе) подачу					

Таблица 7

**Типовой маршрут основных этапов обработки сборного червячного зубчатого колеса
8-й степени точности (эскиз зубчатого венца рис. 1, п)**

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление
обработка ступицы (заготовка – чугунная отливка)							
I	Токарная обработка с одной стороны при базировании по цилиндрической наружной сопрягаемой поверхности и торцу колеса: 005. Токарная 1. Подрезать торец ступицы предварительно 2. Подрезать торец колеса предварительно 3. Точить наружную несопрягаемую поверхность ступицы окончательно 4. Обработать отверстие предварительно (зенкеровать или расточить) 5. Обработать отверстие получисто (развернуть или расточить) 6. Развернуть отверстие 7. Расточить фаски	оборудование и приспособления те же, что и в этапе I табл. 1					

Продолжение табл. 7

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборуд ование	приспо - соблен ие	оборуд ование	приспо - соблен ие	оборуд ование	приспо - соблен ие
обработка ступицы (заготовка – чугунная отливка)							
II	Токарная обработка с другой стороны при базировании по отверстию и обработанному торцу ступицы: 010. Токарная 1. Подрезать торец ступицы предварительно 2. Подрезать торец зубчатого венца предварительно 3. Точить наружную цилиндрическую сопрягаемую поверхность предварительно 4. Подрезать буртик наружной цилиндрической сопрягаемой поверхности предварительно 5. Точить наружную цилиндрическую сопрягаемую поверхность окончательно 6. Подрезать буртик цилиндрической сопрягаемой поверхности окончательно 7. Точить и расточить фаски	оборудование то же, что и в этапе I приспособление – оправка					
III	этап III выполняется так же, как этап III табл. 6						
зубчатый венец III (заготовка – бронзовая отливка)							

Продолжение табл. 7

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление
I	Токарная обработка с одной стороны при базировании по внутренней цилиндрической сопрягаемой поверхности и торец без выточки: 005. Токарная 1. Подрезать торец зубчатого венца предварительно 2. Точить наружную цилиндрическую поверхность предварительно	оборудование то же, что и в этапе I табл. 1, базирование и закрепление в трехкулачковом патроне на разжим кулачка					
II	Токарная обработка с другой стороны при базировании по наружной цилиндрической поверхности и обработанному торцу: 010. Токарная 1. Подрезать торец предварительно 2. Расточить несопрягаемое отверстие окончательно 3. Расточить сопрягаемую внутреннюю цилиндрическую поверхность предварительно 4. Подрезать сопрягаемый торец	оборудование и приспособления те же, что и в этапе I табл. 1					

	выточки предварительно	
--	------------------------	--

Продолжение табл. 7

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление
	5. Расточить сопрягаемую внутреннюю цилиндрическую поверхность окончательно 6. Подрезать сопрягаемый торец выточки окончательно 7. Расточить фаску						
После изготовления ступицы и зубчатого венца осуществляется сборочный этап – напрессовка зубчатого венца на ступицу							
Обработка червячного колеса в собранном виде							
I	Токарная обработка с двух сторон при базировании по отверстию ступицы и торцам ступицы. За две операции (или за одну): 005. Токарная 1. Подрезать торец ступицы окончательно 2. Подрезать торец колеса (обода) окончательно 3. Точить наружную цилиндрическую поверхность окончательно	оборудование и приспособления те же, что и в этапе II обработки ступицы					

	4. Точить радиусную выточку окончательно	
--	--	--

Окончание табл. 7

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление	оборудо- вание	приспо- собление
	5. Точить фаску окончательно 010. Токарная 1. Подрезать торец ступицы окончательно 2. Подрезать торец колеса окончательно 3. Точить фаску окончательно						
II	Обработка крепежных отверстий при базировании по основному отверстию и торцу обода с двух сторон с поворотом заготовки и за два установка: 010. Сверлильная 1. Сверлить отверстия 2. Надрезать резьбу в отверстиях	оборудование и приспособления те же, что и в этапе III табл. 3 [7].					
III	Сборка – ввинчивание винтов в крепежные отверстия						

IV	Этап IV аналогичен этапу IV табл.
----	-----------------------------------

Таблица 8

**Типовой маршрут основных этапов обработки вала – архимедова червяка
8-й степени точности (тип V, рис. 1, р)**

№ эта- па	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
		оборудо- вание	приспо- сoble- ние	обору- дование	приспо- сoble- ние	обору- дование	приспо- сoble- ние
Этапы I – VI типового маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])							
VII	Нарезание винтовой поверхности червяка: а) точение червяка: 045. Токарно-винторезная: 1. Точить витки червяка	станки токарно- винторез- ные с ЧПУ или без	УБП (центра с повод- ковым патро- ном)	—	—	—	—
	б) фрезерование червяка дисковой фрезой с криволинейным профилем:						

	045. Резьбофрезерная: 1. Фрезеровать витки червяка	-	-	полуавтомат резьбофрезерной	УБП (центра с поводковым патроном)	полуавтомат резьбофрезерной	УБП (центра с поводковым патроном)
--	---	---	---	--------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------

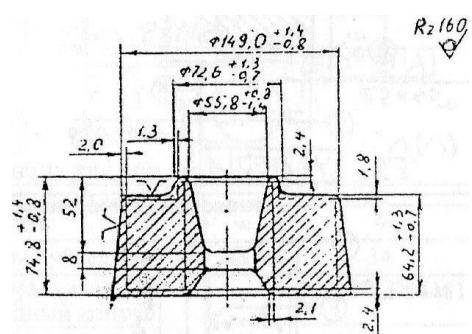
Окончание табл. 8

56	№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства					
			мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное	
			оборудование	приспособление	оборудование	приспособление	оборудование	приспособление
		в) нарезание червяков круглыми червяками на зуборезерном станке: 045. Зуборезная: 1. Нарезать витки червяка	-	-	-	-	полуавтомат зубофрезерный, оснащенный специальным протяжным суппортом	УБП (центры с поводковым патроном)
		г) точение кольцевыми резцовыми головками (вихревое нарезание):					полуавтомат	УБП (центра с

	045. Токарная: 1. Точить витки червяка					токарный со специальн ой резцовой головкой	поводками)
Этапы VIII – IX соответствуют этапам VII – IX типового маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 1 [8])							

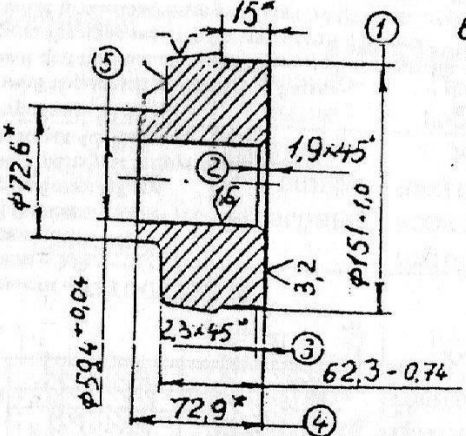
Таблица 9

**Технологический маршрут обработки цилиндрического зубчатого колеса (рис. 4)
в крупносерийном производстве**

Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудова ние	Приспос обление	Инструмен т	Операционный эскиз
000. Контрольная 1. Проверить прутки Ø90 мм по сертификату	стилоскоп Твердомер ТШ	—	линейка 1000 мм Штангенц иркуль ШЦ-1	 1. Класс точности – ТЗ ГОСТ 7505-89. 2. Группа стали– М1.
005. Разделительная 1. Разрезать прутки на заготовки $l = 182$ мм	ножницы сортовые Н1538	—	ножи для круга Ø90 мм	
010. Нагревательная 1. Нагреть заготовку	печь ННЗ-10.	—	клещи	

	12.8/13Г			3. Степень сложности – С!.
015. Штамповочная 1. Осадить 2. Штамповать окончательно 3. Прошить перемычку	КГШП КБ8544	—	штамп на три перехода, клещи	4. Исходный индекс – 11. 5. Смещение не более 0,8 мм. 6. Неуказанный радиусы закруглений углов: наружных 4 ± 0.25 мм; внутренних 10 ± 1 мм. 7. Допускаемый торцовый заусенец – 6,0 мм.
020. Термическая 1. Нормализовать при $t^\circ = 850-870^\circ\text{C}$	печь ННЗ-10. 2/8/10Г	—	корзина, клещи	8. Допускаемое отклонение от concentricity отверстия – 0,8 мм. 9. Допускаемое отклонение от плоскостности – 0,6 мм.
030. Контрольная 1. Контролировать размеры и свойства поковок	—	—	—	10. Неуказанные штамповочные уклоны: наружные – 5° . внутренние – 7° . 11. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.

Продолжение табл. 9

58	Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Операционный эскиз
	035. Токарно-револьверная 1. Подрезать торец 4 с припуском под шлифование 2. Точить поверхность 1 до кулачков патрона, точить фаску 3 3. Зенкеровать отверстие 5 и фаску 2 4. развернуть отверстие 5	станок токарно-револьверный 1Г340П (с горизонтальной осью револьверной головки)	патрон трехкулачковый самоцентрирующий	резцы токарные державочные из Т15К6; подрезные, проходные. расточной; комбинированный зенкер Р6М5, развертка	 6.3 V(✓) *Размеры для справок

			Р6М5	
040. Токарно-револьверная 1. Подрезать торец 5 с припуском под шлифование 2. Точить поверхность 6 окончательно, точить фаску 2 3. Точить поверхность 3, расточить фаску 4	станок токарно-револьверный 1Г340П	оправка цанговая разжимная	резцы токарные, державочные, Е15К6: подрезные, проходные, расточные	*Размеры для справок

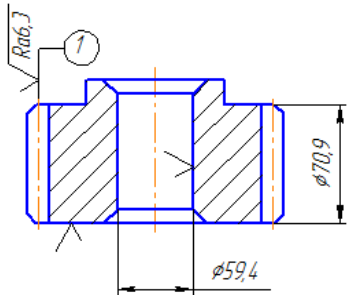
Продолжение табл. 9

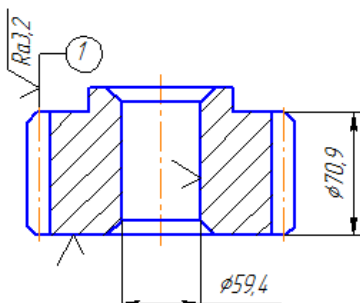
59	Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Операционный эскиз
	045. Протяжная 1. Протянуть шпоночный паз 1	полуавтомат вертикально-протяжной для внутреннего протягивания 7Б64	палец направляющий	протяжка шпоночная $b = 18$ мм, калибр шпоночный 18J ₉	

050. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья 1 предварительно	полуавто мат зубофрез ерный для цилиндр ических колес 5K310	оправка	фреза червячная модульная двухзаходн ая $m = 4$ мм, Р6М5	*Размеры для справок			
				Модуль	m	4	ГОСТ 13755-81
				Число зубьев	Z	34	
				Нормальный исходный контур	—		
				Коэффициент смещения	X	0	
				Степень точности	—	9	

09

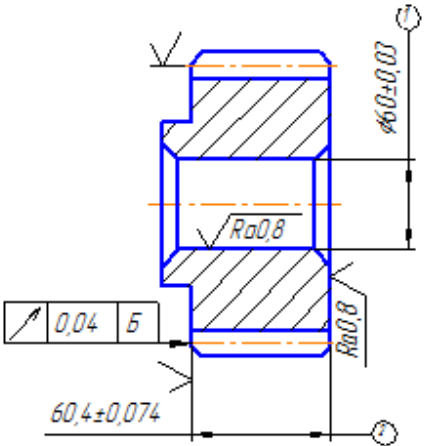
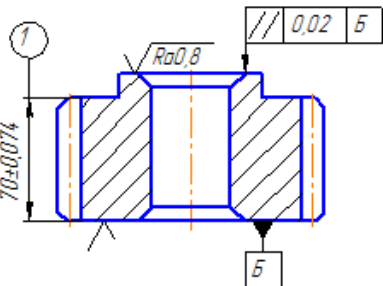
Продолжение табл. 9

Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудо вание	Приспособл ение	Инструмент	Операционный эскиз
				 *Размеры для справок

055. Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья 1 окончательно	полуавто мат зубофрез ерный	оправка	фреза червячная модульная однозаходн ая $m = 4$ мм, Р6М5	<table><tr><td>Модуль</td><td>m</td><td>4</td></tr><tr><td>Число зубьев</td><td>Z</td><td>34</td></tr><tr><td>Нормальный исходный контур</td><td>—</td><td>ГОСТ 13755-81</td></tr><tr><td>Коэффициент смещения</td><td>X</td><td>0</td></tr><tr><td>Степень точности</td><td>—</td><td>8В</td></tr></table>  *Размеры для справок	Модуль	m	4	Число зубьев	Z	34	Нормальный исходный контур	—	ГОСТ 13755-81	Коэффициент смещения	X	0	Степень точности	—	8В
Модуль	m	4																	
Число зубьев	Z	34																	
Нормальный исходный контур	—	ГОСТ 13755-81																	
Коэффициент смещения	X	0																	
Степень точности	—	8В																	

Окончание табл. 9

Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудо вание	Приспособл ение	Инструмент	Операционный эскиз
060. Термическая 1. Цементировать зубья $H = 0,7 \dots 0,9$ мм 2. Закалить зубья HRCЭ 58...61	установк а индукцио нная ЗСК-38			

070. Внутрешлифовальная 1. Шлифовать отверстие 2 2. Шлифовать торец 1	станок внутриш лифоваль ный 3K277B	патрон мемб ранный с роликами	круг ПП50×32 24A16C29K 5	
075. Плоскошлифовальная 1. Шлифовать торец 1	станок плоскош лифоваль ный 3E711B-1	плита электромаг нитная	круг ПП×250× ×40×76 24A24C29K 5	

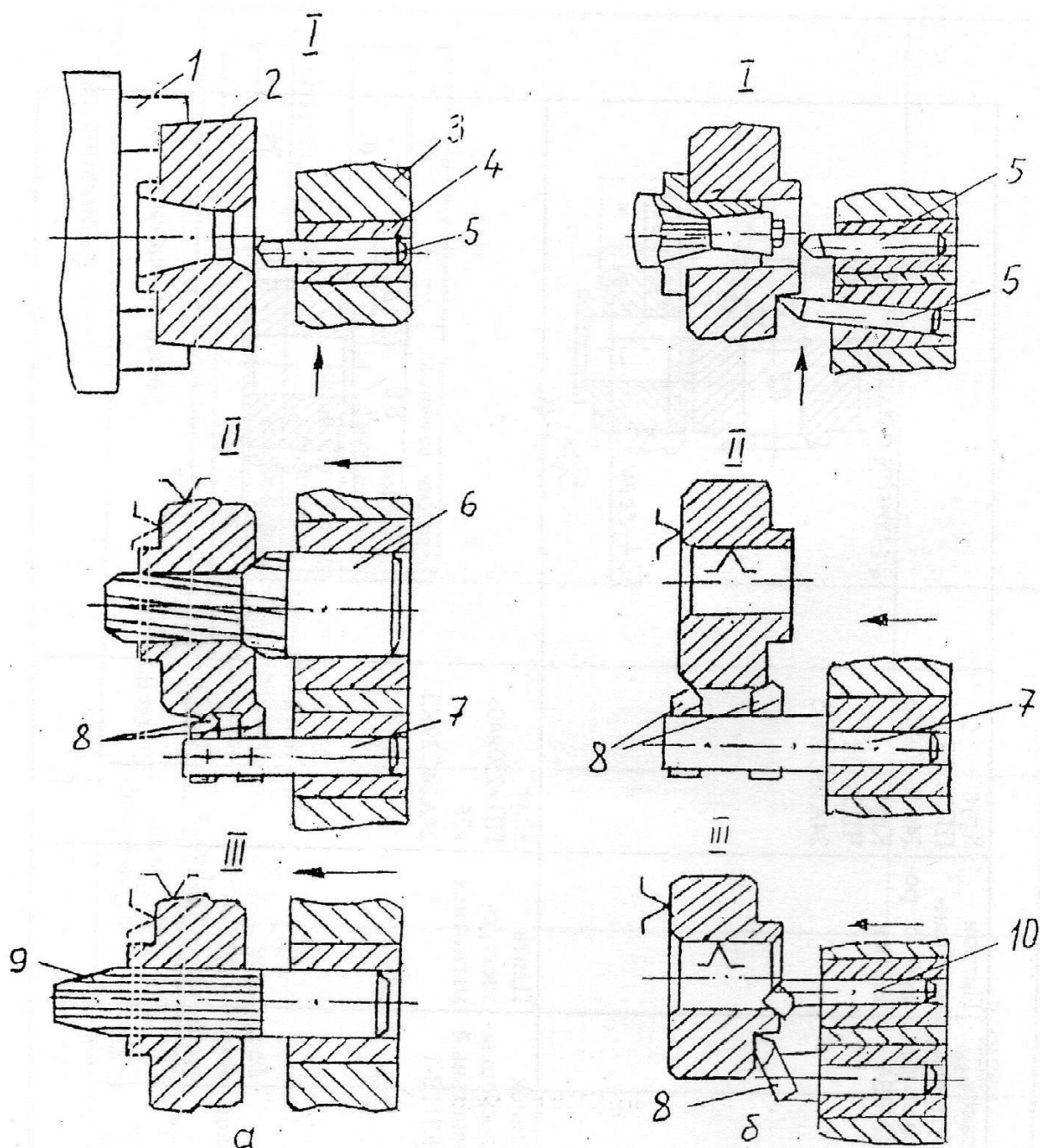


Рис. 6. Схемы обработки зубчатых колес
на токарно-револьверных операциях:
а – 035, б- 040

1 – трехкулачковый самоцентрирующий патрон; 2 – заготовка; 3 – револьверная головка; 4 – втулка; 5 – токарные подрезные резцы;
6 – комбинированный зенкер; 7 – державка; 8 – державочные проходные резцы; 9 – развертка; 10 – расточный резец; I–III – технологические переходы

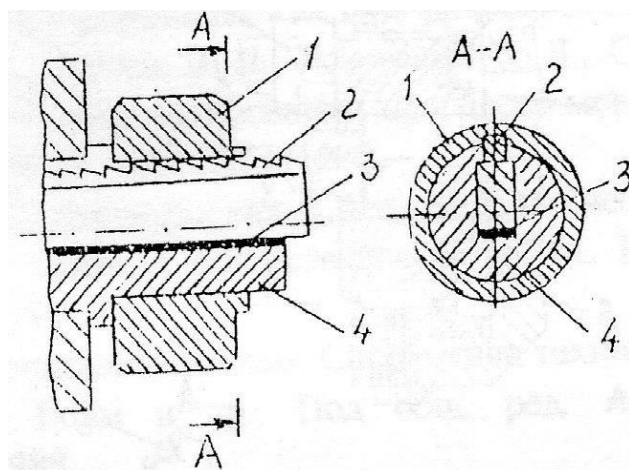


Рис. 7. Схема обработки зубчатого колеса на 045-й протяжной операции:
1 – заготовка; 2 – протяжка шпоночная; 3 – подкладка для протягивания
на 2-3 прохода; 4 – палец направляющий

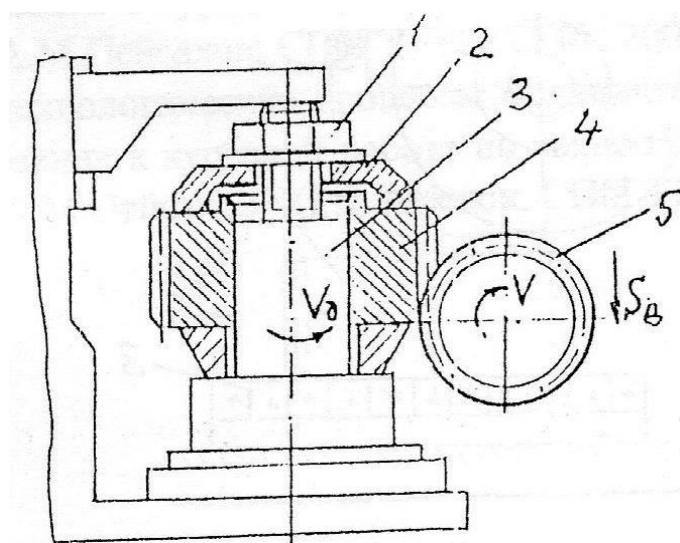


Рис. 8. Схема обработки зубчатого колеса на 050 и 055-й операциях:
1 – гайка; 2 – шайба; 3 – оправка; 4 – заготовка зубчатого колеса;
5 – червячная фреза

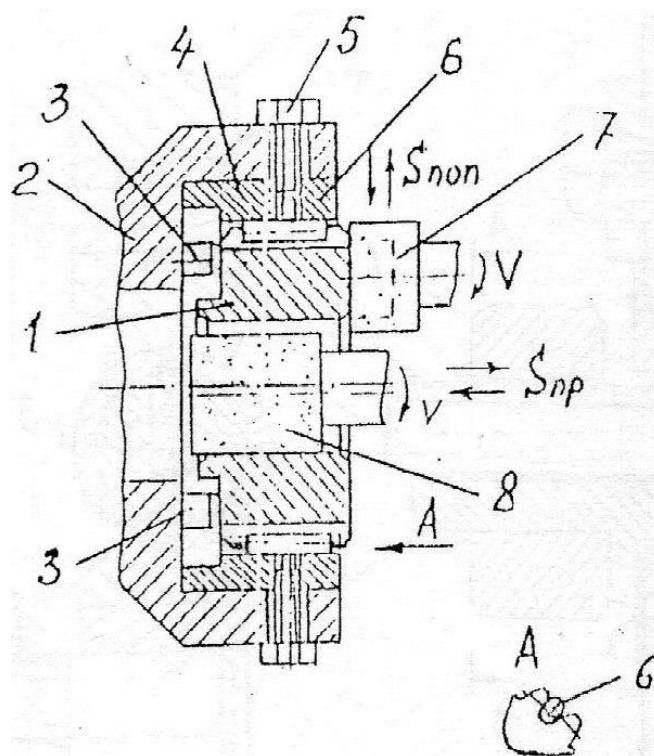


Рис. 9. Схема обработки на 070-й внутришлифовальной операции:
 1 – заготовка; 2 – мембранный патрон; 3 – опорные пальцы; 4 – вкладыш;
 5 – винт; 6 – ролик; 7 – шлифовальный круг формы 4Ц;
 8 – шлифовальный круг формы ПП

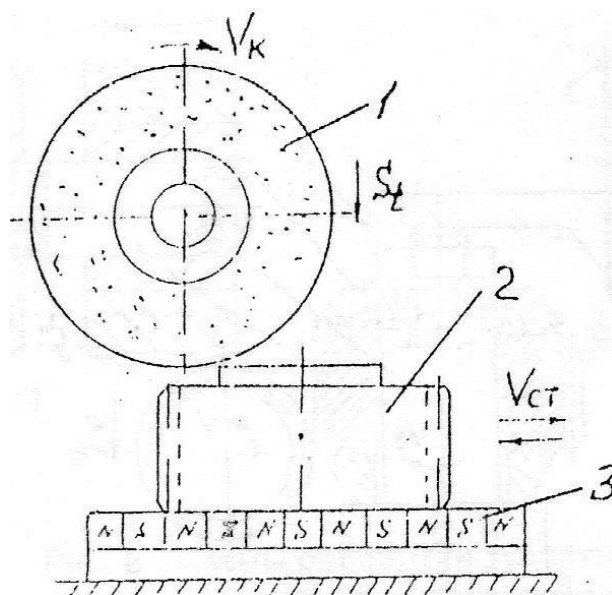


Рис. 10. Схема обработки на 075-й плоскошлифовальной операции:
 1 – шлифовальный круг; 2 – заготовка; 3 – электромагнитная плита

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструменты для обработки отверстий : методические указания/ А.В. Гропянов, Н.Н.Ситов, М.Н.Жукова, Д.С.Федорова; ВШТЭ СПбГУПТД - СПб., 2015.

2.Абразивные инструменты и шлифование : методические указания/ А.В. Гропянов, Н.Н.Ситов, М.Н.Жукова, Д.С.Федорова; ВШТЭ СПбГУПТД - СПб., 2015.

3. Выбор режимов резания: методические указания/ А.В. Гропянов, Н.Н.Ситов, М.Н.Жукова, Д.С.Федорова; ВШТЭ СПбГУПТД -СПб., 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТИПОВЫЕ МАРШРУТЫ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС.....	4
1. Служебное назначение и типовые конструкции.....	4
2. Основные технологические задачи.....	11
3. Материал и заготовки.....	12
4. Основные схемы базирования.....	13
5. Типовые маршруты обработки зубчатых колес.....	16
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63

Учебное издание

Гропянов Антон Васильевич
Ситов Николай Николаевич
Жукова Мария Николаевна

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Методические указания
к курсовой работе
по технологии машиностроения

Редактор В.А. Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2018 г., поз. 27

Подп. к печати 7.02.2018. Формат 60х84/16. Бумага тип. №1

Печать офсетная. Объем 4,0 печ.л.; 4,0 уч.-изд.л.

Тираж 100 экз. Изд. № 27. Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д.4

