Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

КОЛЕСА ЗУБЧАТЫЕ

Методические указания к выполнению работы
по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика»
Методические рекомендации
к выполнению практической работы и подготовке к
модулю
по курсу: «Начертательная геометрия» для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Энгельс 2026

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Инженерная графика» и освещают вопросы оформления чертежей зубчатых колес и зубчатых передач. Знание правил выполнения на чертежах изображений и простановки размеров зубчатого колеса необходимы как для выполнения чертежей курсовых и дипломных проектов студентов, так и в практической инженерной деятельности будущих специалистов.

В работе даны общие сведения и методические указания по выполнению эскиза цилиндрического зубчатого колеса с натуры, а также приведен образец выполнения задания.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Зубчатые передачи являются наиболее распространенным типом механических передач, применяемых в современном машиностроении. Зубчатые передачи служат для передачи вращательного движения или для преобразования вращательного движения в поступательное.

Для передачи вращательного движения между валами, оси которых расположены параллельно, применяют цилиндрические зубчатые передачи, при пересечении осей под углом – конические передачи. В случае скрещивающихся осей применяют червячные передачи. Для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот – реечные передачи.

Колесо, передающее крутящий момент другому колесу называется ведущим. Второе колесо пары называют ведомым. Меньшее колесо зубчатой передачи именуют шестерней. При одинаковом числе зубьев шестерней считают ведущее колесо.

По форме профиля различают зубья эвольвентного и неэвольвентного профиля. В курсе черчения рассматриваются только колеса с эвольвентным профилем. Исходный профиль устанавливает ГОСТ 13755-81. Расчет геометрии на передачи зубчатые цилиндрические эвольвентного внешнего зацепления регламентирует ГОСТ 16532-70.

1.1 Конструктивные элементы зубчатого колеса

Зуб - выступ на колесе для передачи движения посредством взаимодействия с соответствующими выступами другого колеса.

Окружность выступов - (диаметр d_a , рис. 1, рис. 2) – окружность, касающаяся вершин головок зубьев колеса.

Окружность впадин - (диаметр d_f , рис. 1 – 2) – окружность, проходящая по очертаниям впадин между зубьями.

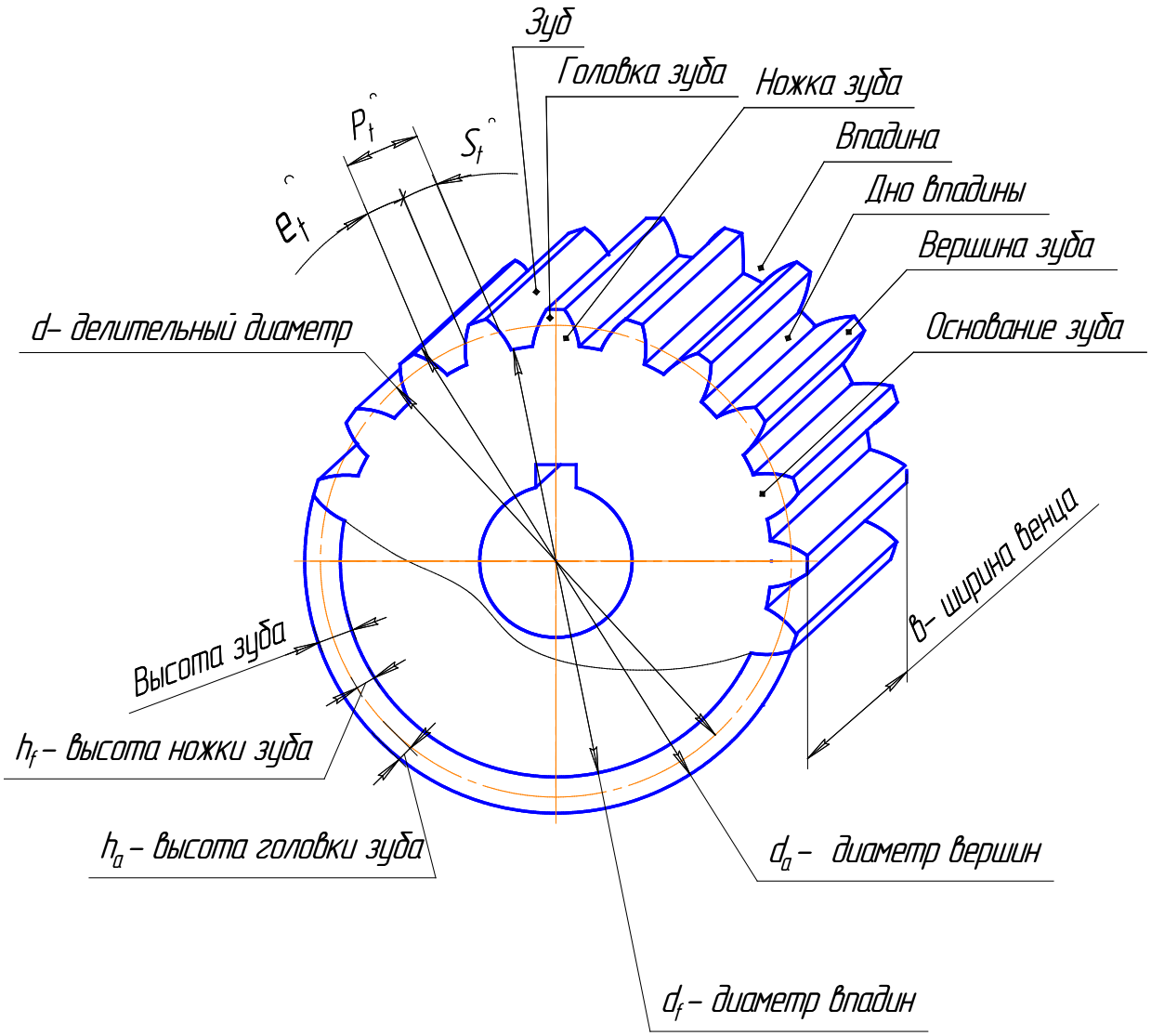

Рис.1

Начальная окружность - окружности, по которым при работе зубчатой пары происходит перекатывание без скольжения.

Делительная окружность - (диаметр d, рис. 1,2) - окружность, которая делит профиль зуба на головку и ножку.

Головка зуба (рис.1) - часть зуба, заключенная между делительной поверхностью зубчатого колеса и поверхностью вершин.

Ножка зуба (рис.1) - часть зуба, заключенная между делительной поверхностью зубчатого колеса и поверхностью впадин.

Высота зуба (рис.1) - расстояние между окружностями вершин и впадин.

Окружная толщина зубьев (S_t, рис. 1) - расстояние между точками профиля зуба по дуге делительной окружности.

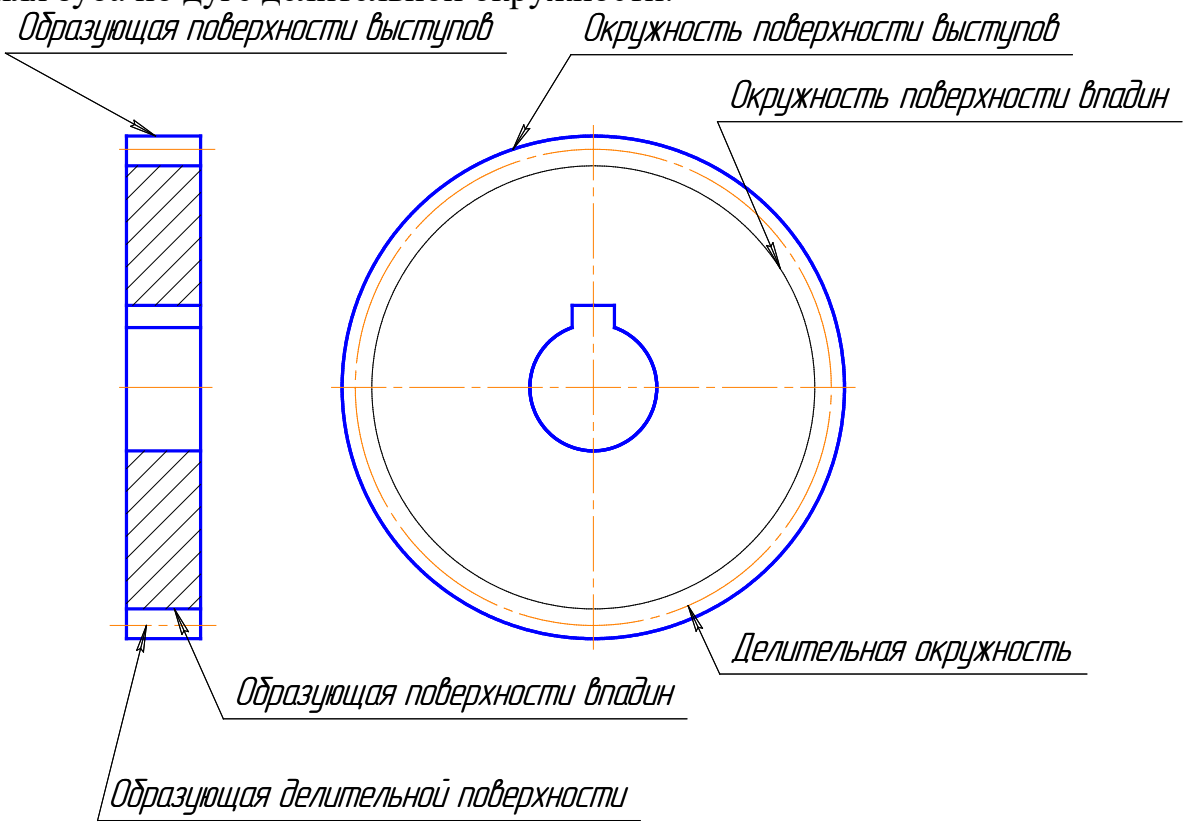

Рис.2

1.2. Зависимости параметров зубчатого колеса от модуля и числа зубьев

Окружной шаг зубьев (P_t, рис.1) - длина дуги начальной (делительной) окружности между двумя одноименными точками двух соседних зубьев.

$$P_t = \pi \cdot d/z, \qquad (1)$$

где: d - диаметр делительной окружности,

z - число зубьев.

Из формулы (1) определяется d:

$$d = P \cdot z/\pi$$

Выражение P_t/π заменяют рациональным числом *m,* называемым модулем зацепления.

Если

$$P_t/\pi = m,$$

то

$$d = m\,z, \qquad (2)$$

или

$$m = d/z, \qquad (3)$$

Высота зуба принимается равной 2,25 m,
головки зуба - m,
ножки зуба - 1,25 m.

Зависимости конструктивных элементов зуба от модуля сведены в таблицу.

№ пп	Конструктивные элементы	Расчетная формула
1	Число зубьев	z
2	Окружной шаг	$P_t = \pi \cdot d/z$
3	Модуль	$m = P_t/\pi$
4	Высота головки	$h_a = m$
5	Высота ножки	$h_f = 1{,}25m$
6	Высота зуба	$h = 2{,}25\ m$
7	Делительный диаметр	$d = m \cdot z$
8	Диаметр окружности выступов	$d_a = d + 2h_a = m\ (z+2)$
9	Диаметр окружности впадин	$d_f = d - 2h_f = m\ (z - 2{,}5)$

1.3. Условные изображения зубчатых колес (ГОСТ 2.402-68)

Окружности и образующие поверхностей выступов показывают сплошными основными линиями (рис. 2, 3), в том числе и в зоне зацепления (рис.4).

Делительные окружности и образующие делительных поверхностей (рис.3,4) показывают штрих-пунктирными тонкими линиями.

Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев на видах показывают сплошными тонкими линиями (рис.2,3,6) или не показывают совсем (рис. 3 а).

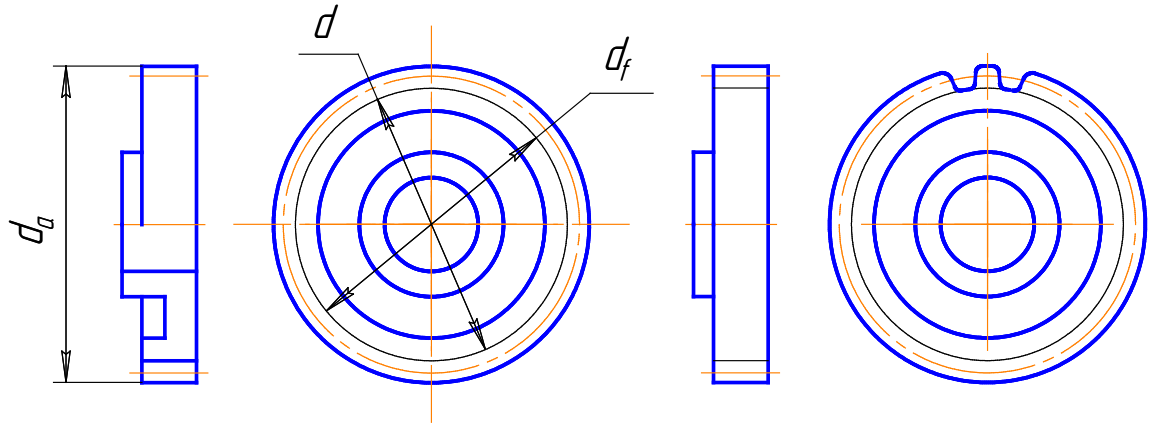

Рис.3

Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах показывают сплошными основными линиями (рис.3,5).

В разрезе, если секущая плоскость проходит через ось колеса, зуб колеса условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченным (рис. 3,4а).

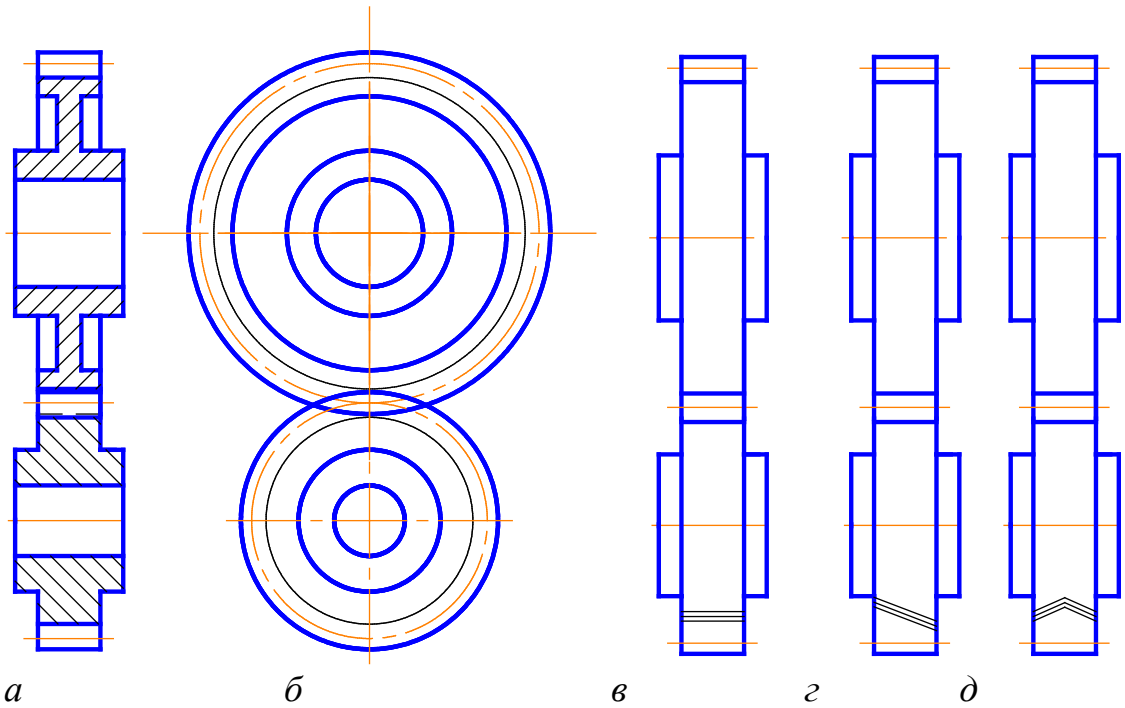

Рис.4

В разрезе, если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, зубчатые колеса показывают нерассеченными.

При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхностей впадин (рис.5).

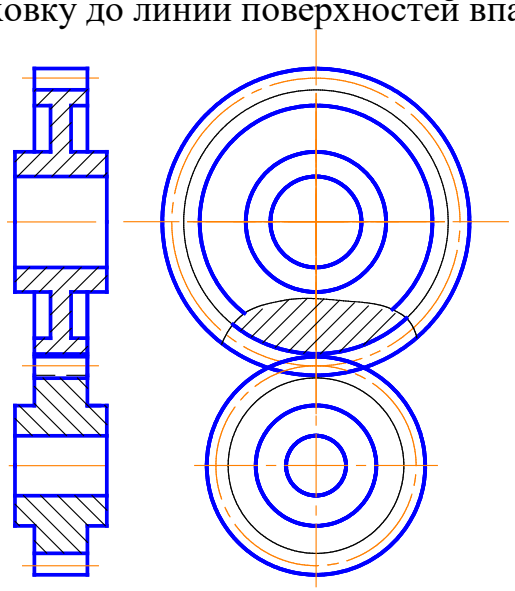

Рис.5

Если необходимо показать профиль зуба, его вычерчивают как местный вид (рис. 6), как выносной элемент, или на ограниченном участке изображения (рис.3).

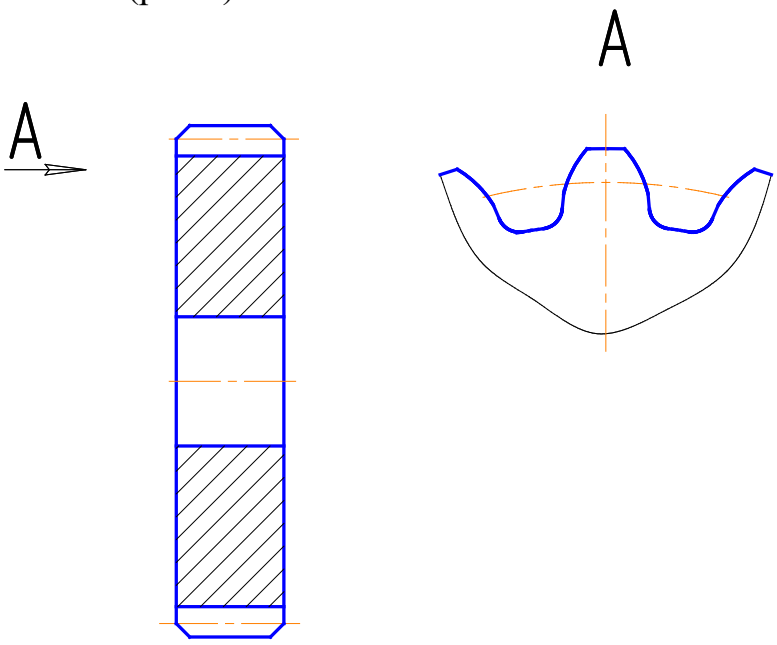

Рис.6

При изображении зубчатых колес, находящихся в зацеплении, начальные окружности должны касаться друг друга, а между окружностью выступов одного колеса и окружностью впадин другого оставляют радиальный зазор (рис. 4 а).

Если секущая плоскость проходит через оси обоих колес, то на разрезе зубчатых колес, находящихся в зацеплении, зуб одного колеса (предпочтительно ведущего) показывают расположенным перед зубом сопрягаемого колеса (рис.4а). При реечном зацеплении зуб колеса показывают перед зубом рейки. При червячном зацеплении виток червяка показывают перед зубом колеса.

В перечисленных случаях невидимые контуры допускается не показывать.

Если необходимо показать направление зубьев зубчатого колеса, то на изображении колеса, как правило, вблизи оси, наносят три сплошные линии (рис.4 б,в,г).

1.4. Правила выполнения чертежей зубчатых колес

ГОСТ 2.403-75 устанавливает правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.

На изображении зубчатого колеса указывают (рис.8):

- диаметр окружности выступов;
- ширину зубчатого венца;

- размеры фасок или радиусы закругления на кромках зубьев;
- рабочий профиль зуба - при необходимости (рис.6).

На чертеже в правом верхнем углу помещают таблицу параметров. Размеры таблицы приведены на рис.8. Таблица параметров состоит из трех частей, которые отделяют друг от друга сплошными основными линиями:

- первая часть содержит данные для изготовления;
- вторая - для контроля;
- третья - справочные данные.

Содержание разделов таблицы приведено в ГОСТ 2.403-75.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Цель работы

Ознакомить студентов с типами зубчатых передач и конструктивными элементами зубчатого колеса.

Изучить стандарты на изображения зубчатых колес (ГОСТ 2.402-68, 2.403-75).

Закрепить полученные знания в практической работе: «Составление эскиза цилиндрического зубчатого колеса с натуры»

2.2. Содержание и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическими указаниями. Изучить материал по условному изображению зубчатых колес и правила выполнения их чертежей.
2. По индивидуальному заданию - зубчатое колесо в натуре, рассчитать параметры зубчатого колеса и выполнить эскиз колеса.

2.3. Определение параметров колеса

1. Подсчитать число зубьев z.
2. Измерить диаметр окружности выступов d_a . При четном числе зубьев (зуб стоит против зуба) и небольшом диаметре, диаметр d_a замеряют штангенциркулем (рис.7).

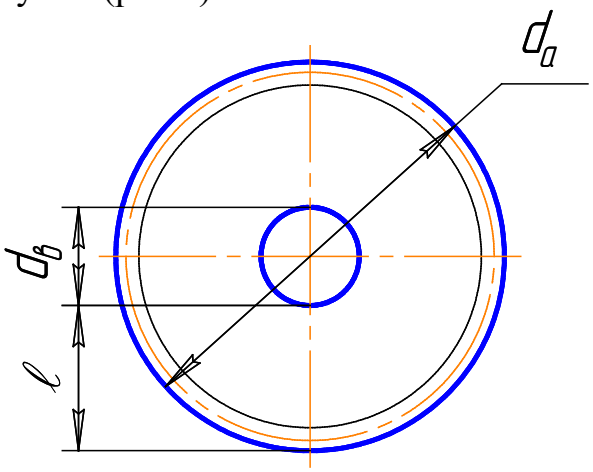

Рис.7

При нечетном числе зубьев (против зуба впадина) или большом диаметре, диаметр d_a можно рассчитать, сложив размер $d_в$-диаметр отверстия под вал с двумя размерами ℓ. (ℓ - расстояние от образующей отверстия до вершины зуба).

$$d_a = d_8 + 21.$$

3. По полученному диаметру окружности выступов d_a рассчитать ориентировочный модуль колеса m.

$$m = d_a / (z + 2)$$

4. Из таблицы ГОСТ 9563-60 выбрать стандартный модуль, ближайший к рассчитанному.

Несовпадение рассчитанного и стандартного модуля связано с погрешностями измерений.

ГОСТ 9563-60 предусматривает два ряда модулей (первый ряд считается предпочтительным).

1 ряд: 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100.

2 ряд: 0,055; 0,07; 0,09; 0,11; 0,14 0,18; 0,22; 0,28; 0,35; 0,43; 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

5. Используя стандартный модуль подсчитать: диаметр делительной окружности

$$d = m \cdot z,$$

диаметр окружности выступов

$$d_a = m(z + 2),$$

диаметр окружности впадин

$$d_f = m(z - 2{,}5)$$

Рассчитанные значения использовать для выполнения чертежа.

Эскиз зубчатого колеса выполнить на миллиметровке А4.

При выполнении чертежа зубчатого колеса на главном виде показывают фронтальный разрез плоскостью, проходящей через ось колеса, или совмещение вида с разрезом. Если главный вид дает представление о конструкции колеса, то для сокращения количества изображений, вместо вида слева можно давать лишь контур отверстия со шпоночным пазом. При простановке размеров учесть правила раздела 1.4.

Эскиз зубчатого колеса предлагается выполнить упрощенно, без проставления допусков на изготовление и шероховатости поверхностей, а в таблице параметров дать лишь модуль, число зубьев и нормальный исходный контур. Образец выполнения работы приведен на рис.8.

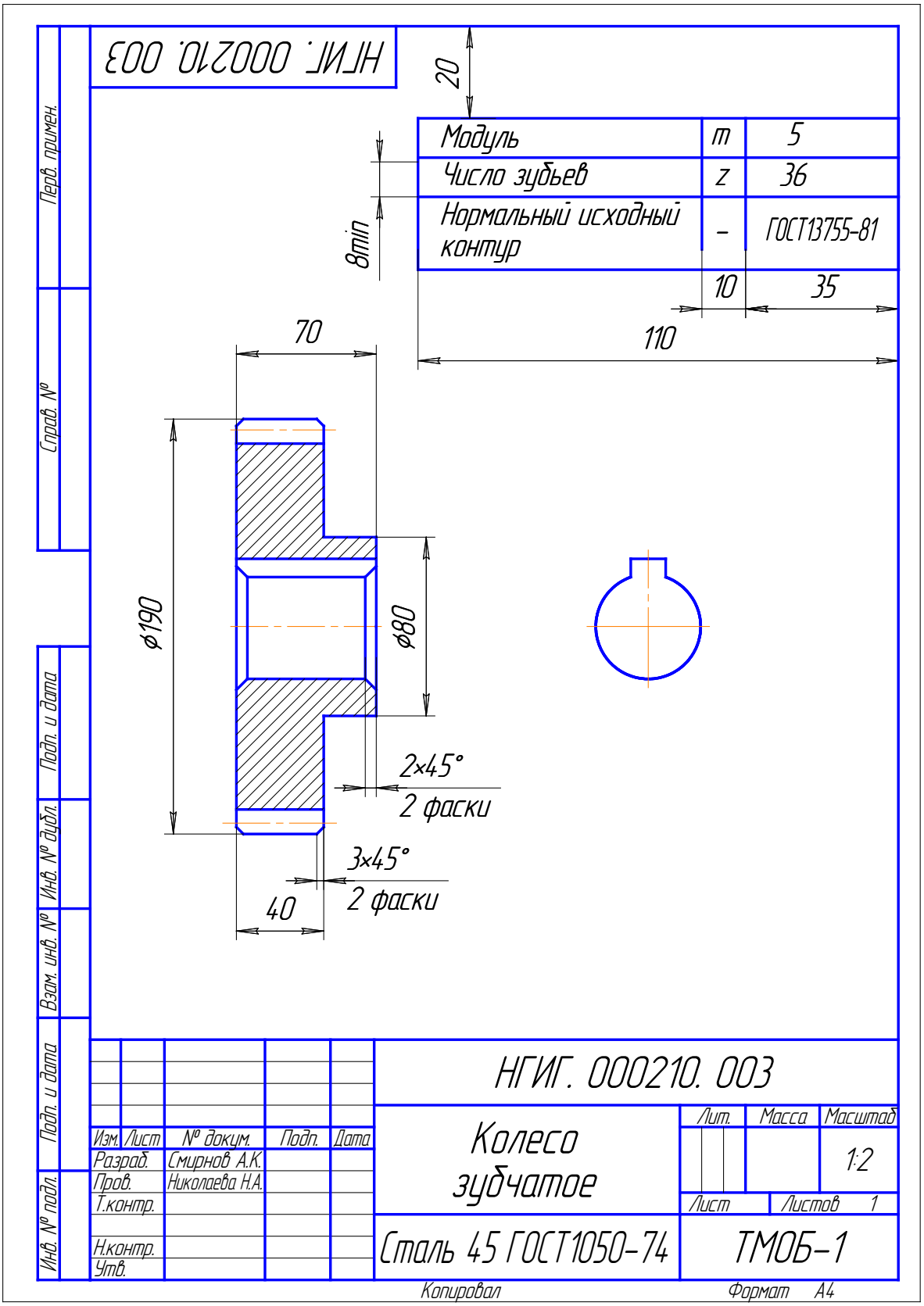
НГИГ. 000210. 003
20
Модуль m 5
Число зубьев z 36
Нормальный исходный контур – ГОСТ13755-81
8min
10
35
110
70
ф190
ф80
2×45°
2 фаски
3×45°
2 фаски
40
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Смирнов А.К.
Пров. Николаева Н.А.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
НГИГ. 000210. 003
Колесо зубчатое
Лит. Масса Масштаб
1:2
Лист Листов 1
Сталь 45 ГОСТ1050-74
ТМОБ-1
Копировал
Формат А4

Рис.8

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.402-68. ЕСКД. Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач. Введен 01.01.71г. - М.: Издательство стандартов, 1976. 13с.
2. ГОСТ 2.403-75. ЕСКД. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес. Введен 01.01.76г.-М.: Издательство стандартов, 1976г.-10с.