

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образование учреждение
высшего профессионального образования

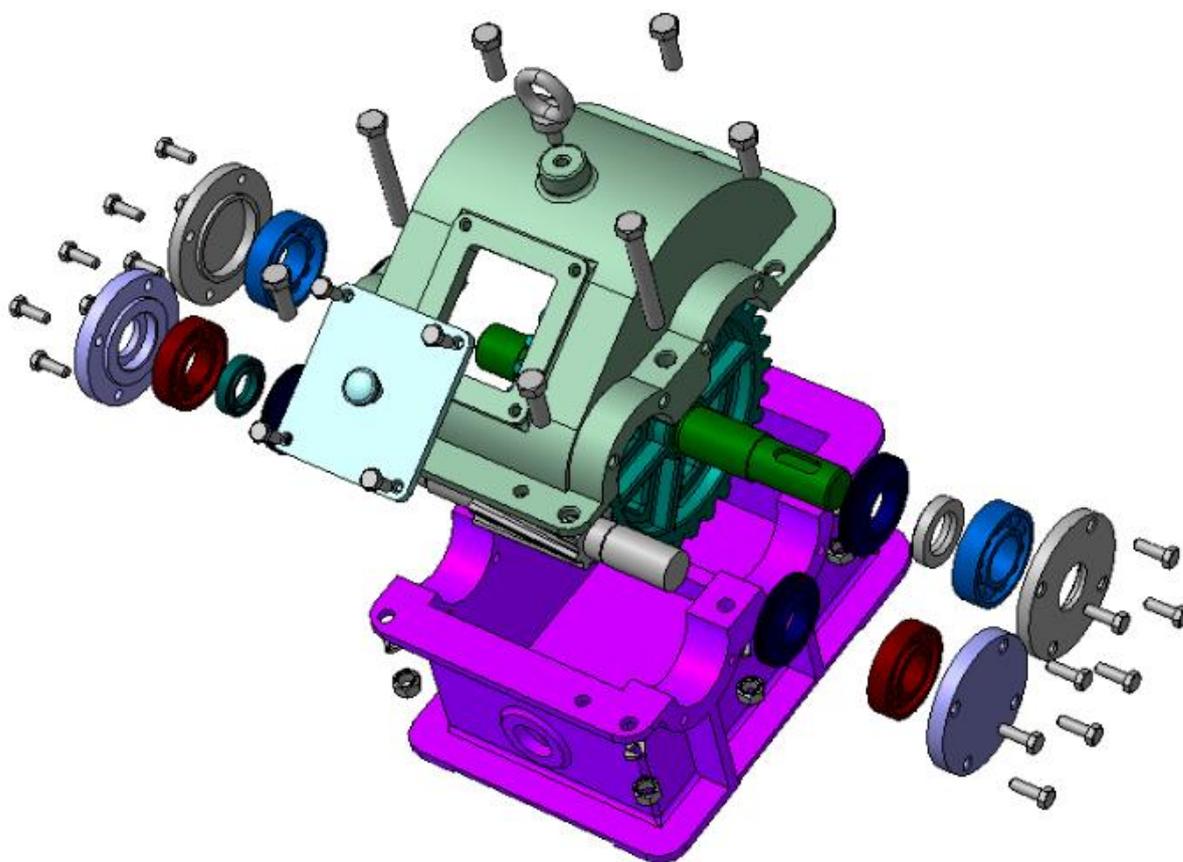
«Российский государственный университет (НИУ)
нефти и газа имени И.М. Губкина»

Кафедра технической механики

С.А. Макушкин, В.Г. Певнев, Е.В. Диденко

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Часть 2 Конструирование деталей машин



**Издательский центр
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
Москва - 2017**

Рецензент: д.т.н., профессор Евдокимов А.П.

Макушкин, С.А., Певнев В.Г., Диденко Е.В.

Оформление графической части курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования». Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2017 – 72 с.

В учебно-методическом пособии приведены все необходимые справочные данные для конструирования деталей и узлов общемашиностроительного применения для студентов, выполняющих курсовой проект по курсу «Детали машин и основы конструирования», а также по курсу «Основы проектирования продукции». В пособии весь материал расположен в последовательности, в которой следует выполнять курсовой проект. Весь справочный материал, необходимый для выполнения очередного этапа конструирования, приведен в соответствующей главе. Методическое пособие предназначено для подготовки бакалавров, обучающихся по направлениям 131000 «Нефтегазовое дело», 150700 «Машиностроение», 151000 «Технологические машины и оборудование», 280700 «Техносферная безопасность», 221700 «Стандартизация и метрология».

Данное издание является собственностью РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина и его репродуцирование (воспроизведение) любыми способами без согласия университета запрещается

© РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2017
© С.А. Макушкин, В.Г. Певнев, Е.В. Диденко, 2017

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» наибольшие трудности у студентов вызывают вопросы конструирования деталей и узлов общемашиностроительного назначения, а также оформление конструкторской документации. Это связано с многовариантностью конструкторских решений, а также большим объемом справочной литературы.

В данном пособии наибольшее внимание уделено основам конструирования типовых деталей и сборочных единиц, приведены рекомендации и справочные материалы по их подбору, даны примеры по оформлению конструкторской документации.

Материал в пособии изложен в той последовательности, в которой следует выполнять курсовой проект. Все необходимые данные для выполнения очередного этапа конструирования приведены в соответствующей главе.

Пособие построено так, что его содержание и методика отвечают порядку работы студента над оформлением проекта и способствуют сокращению времени на поиск нужного материала.

1 СОДЕРЖАНИЕ И ЭТАПЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки (далее по тексту РПЗ)

РПЗ к курсовому проекту должна включать:

1. титульный лист утвержденного образца с указанием шифра задания, номера группы, Ф.И.О. и подписи разработчика проекта;
2. оригинал технического задания с подписью руководителя проекта;
3. содержание;
4. текстовую часть (расчеты, схемы, таблицы и т.п.);
5. список использованной литературы;
6. приложения (чертежи, спецификации, справочные материалы).

Работа выполняется на сброшюрованных листах писчей бумаги формата А4. Текст печатается на одной стороне листа, имеющего следующие поля: слева поле для подшивки листов – 25...30 мм, поля сверху и снизу – 15...20 мм, справа – 10...15 мм.

Оформление работы следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

Схемы, рисунки, компоновочный и сборочный чертеж редуктора выполняются на миллиметровой бумаге соответствующего формата в карандаше.

Рабочие чертежи деталей (по указанию руководителя проекта), монтажный чертеж привода и спецификации к сборочному чертежу редуктора выполняются в электронном виде (с применением графических редакторов AutoCAD или КОМПАС) и подшиваются в распечатанном виде в приложения. Рекомендуется распечатывать чертежи на форматах А4 или А3.

РПЗ к курсовому проекту подшивается в стандартную папку с отгибным пластинчатым скоросшивателем, с пружинным скоросшивателем или с пружинными кольцами.

Папки с рычажными прижимами и файлами для оформления РПЗ не допускаются.

1.2 Последовательность работы над проектом

Работу над проектом рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1 Ознакомиться с заданием. Подобрать литературу, необходимую для проектирования. Изучить аналогичные конструкции по учебным пособиям, атласам, руководствам и т.п. При этом изучение материалов должно сопровождаться составлением эскизов отдельных элементов, которые представляют определенный интерес.

2 Определить потребную мощность электродвигателя. Для этого необходимо определить мощность на выходном валу привода рабочей машины, затем частные значения КПД отдельных видов передач и общий КПД привода. Рассчитать мощность на входе привода. По каталогу выбрать электродвигатель с номинальной мощностью, равной или превышающей расчетную.

3 Определить общее передаточное число привода и разбить его по ступеням передач. Рассчитать мощности, угловые скорости и вращающие моменты на каждом валу привода.

4 Провести проектный расчет всех передач входящих в кинематическую схему привода. После определения всех геометрических размеров рассчитываемых передач вычислить усилия, действующие в этих передачах.

5 Проектный расчет передач закончить определением основных геометрических параметров с выполнением эскизной компоновки деталей редуктора (на миллиметровой бумаге в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения.

6 Вычертить в зацеплении все рассчитанные передачи, валы, подшипниковые узлы, размещенные в стенках корпуса, детали, необходимые для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых колес на валах. Установить по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям соответствующие зазоры между торцами передач и внутренней стенкой корпуса, а также между двумя соседними передачами, находящимися на одном валу.

7 Эскизная компоновка позволяет определить ориентировочное расстояние между опорными подшипниками валов для составления расчетной схемы необходимой для уточненного расчета валов.

8 Составить расчетные схемы валов, определить суммарные реакции их опор, сделать проверочный расчет валов на статическую прочность и выносливость по опасным сечениям. По окончательно принятым диаметрам валов произвести подбор подшипников, сделать проверочный расчет их долговечности, произвести подбор шпонок по сечению (длина их принимается по ширине зубчатых колес) и сделать проверочный расчет на смятие.

9 Выполнить сборочный чертеж редуктора в двух проекциях с соблюдением всех требований в соответствии с ГОСТ и ЕСКД. В чертеже должны быть отражены способы смазки подшипников и зубчатого зацепления. К сборочному чертежу должна быть составлена спецификация установленной формы (допускается оформление спецификации в приложении AutoCAD или КОМПАС).

10 Разработать рабочие чертежи деталей редуктора (зубчатое колесо и ведомый вал). Допускается оформление в приложении AutoCAD или КОМПАС.

11 Выполнить монтажный чертеж привода. Допускается оформление в приложении AutoCAD или КОМПАС.

12 Окончательно оформить РПЗ.

13 Проект допускается к защите при получении положительной рецензии после проверки руководителем. При отрицательной рецензии проект возвращается на доработку.

2 СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 2.1 - Рекомендуемые сорта масел для смазывания передач

Передача	Контактные напряжения σ_H , Н/мм ²	Окружная скорость зубчатых передач, V , м/с Скорость скольжения червячных передач, V_s , м/с		
		до 2	св. 2 до 5	св. 5
Зубчатая	до 600 св. 600 до 1000 св. 1000	И-Г-А-68 И-Г-С-100 И-Г-С-150	И-Г-А-46 И-Г-С-68 И-Г-С-100	И-Г-А-34 И-Г-С-46 И-Г-С-68
Червячная	до 200 св. 200 до 250 св. 250	И-Т-Д-220 И-Т-Д-460 И-Т-Д-680	И-Т-Д-100 И-Т-Д-220 И-Т-Д-460	И-Т-Д-68 И-Т-Д-100 И-Т-Д-220

Таблица 2.2 - Характеристики масел для смазывания передач

Класс вязкости	32	46	68	100	150	220	460	680
Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с (сСт)	29 ÷ 35	41 ÷ 51	61 ÷ 75	90 ÷ 100	135 ÷ 165	198 ÷ 242	414 ÷ 506	612 ÷ 748

Обозначение промышленных масел состоит из четырех знаков, каждый из которых показывает:

- И - промышленное; Г или Т - принадлежность к группе по назначению (Г - для гидравлических систем, Т - для тяжело нагруженных узлов);
- А, С или Д - принадлежность к подгруппе по эксплуатационным свойствам (А - масло без присадок, С - масло с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками, Д - масло с антиокислительными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными присадками);
- 32÷680 - класс кинематической вязкости.

Объем масляной ванны при картерном смазывании определяется исходя из расчета 0,2 литра (для вертикальных редукторов) 0,4 литра (для горизонтальных редукторов) на 1 кВт передаваемой мощности (мощность на ведущем валу редуктора).

3 ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Образец титульного листа расчетно-пояснительной записки

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
в г. Ташкенте

Кафедра технической механики

Расчетно-пояснительная записка
к курсовому проекту
по курсу «Детали машин и основы конструирования».

Тема проекта «Проектирование привода к валу ленточного конвейера».

Направление подготовки: нефтегазовое дело

Шифр задания _____ группа _____

Исполнитель _____ « _____ »
Ф.И.О. Подпись

Руководитель _____ « _____ »
Ф.И.О. Подпись

Оценки:

Ритм работы _____

Расчет _____

Защита проекта _____

Общая оценка _____

Ташкент

2017 год

3.2 Образец содержания расчетно-пояснительной записки

СОДЕРЖАНИЕ

Техническое задание.....	2
Введение.....	3
1 Кинематический расчёт привода.....	4
2 Расчёт закрытой передачи редуктора.....	7
3 Расчёт клиноременной передачи привода.....	12
4 Расчёт цепной передачи привода.....	15
5 Эскизная компоновка редуктора.....	17
6 Уточнённые расчёты валов и подшипников.....	22
7 Расчет шпоночных (шлицевых) соединений.....	26
8 Выбор сорта и расчет объема смазочных материалов.....	29
9 Таблица допусков и посадок с расчетами натягов и зазоров для сопряжений тихоходного вала редуктора.....	30
Список использованной литературы.....	31
ПРИЛОЖЕНИЯ (Спецификации и распечатки чертежей)	

3.3 Типовые вопросы к защите курсового проекта

1. Материал какого зубчатого колеса в прирабатывающейся передаче должен иметь более высокие механические свойства?

2. Чем отличается расчетная нагрузка в зубчатых передачах от номинальной?

3. Насколько изменится долговечность шарикоподшипника, если нагрузку на него вдвое увеличить, а частоту вращения вдвое уменьшить?

4. Расшифруйте запись в спецификации и нарисуйте эскиз следующего изделия: МАНЖЕТА 2 – 50 х 70 - 4 ГОСТ 8752 - 79.

5. При расчете оказалось:

а) $\sigma_H = 800 \text{ МПа} > [\sigma_H] = 600 \text{ МПа}$;

б) $\sigma_H = 800 \text{ МПа} > [\sigma_H] = 770 \text{ МПа}$.

Ваши предложения по выходу из сложившейся ситуации.

6. Назначение распорных втулок и технические требования, предъявляемые к ним.

7. Где и почему напряжения σ_H и σ_F больше: в зубьях шестерни или колеса?

8. Способы установки подшипников на валах.

9. Критерии работоспособности и виды расчетов зубчатых передач.

10. Как определить требуемый объем масла в редукторе?
11. Способы контроля уровня масла в корпусе редуктора
12. Назовите общие элементы корпуса редукторов.
13. Зачем нужен смотровой люк?
14. В каком случае неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий больше: при $\psi_{bd} = 0,63$ или $\psi_{bd} = 0,8$?
15. Виды разрушения зубьев в редукторах.
16. От чего зависит выбор сорта масла в редукторе?
17. На сколько групп делят зубчатые колеса по твердости?
18. Способ регулирования натяжения ремней (цепи) в Вашем проекте.
19. Изобразите, как изменятся эпюры изгибающих моментов на выходном валу Вашего редуктора, если изменить: а) наклон зубьев колеса; б) направление вращения вала?
20. Изобразите направление сил в зацеплении зубчатых колес редуктора.
21. Для повышения производительности привода в 2 раза требуется увеличить частоту вращения выходного вала, заменив двигатель на имеющий в 2 раза большую мощность и частоту вращения. Можно ли в приводе оставить прежний редуктор?
22. Укажите концентраторы напряжения и опасные сечения на валах редуктора.
23. Расскажите о системе смазки Вашего редуктора.
24. Какая передача будет иметь большую износостойкость цепи при одинаковых нагрузках и скорости – с шагом 19,05 или 25,4 мм?
25. Шкив ременной передачи заменили другим, имеющим на 20% меньший расчетный диаметр. Как это повлияет на долговечность ремней?
26. Укажите, какие подшипники на валах Вашего редуктора воспринимают осевые нагрузки.

3.4 Оформление сборочного чертежа редуктора

На машиностроительных чертежах детали, узлы и изделия в целом изображаются методом проецирования их на взаимно-перпендикулярные плоскости. Виды на чертеже должны располагаться и называться по ГОСТ 3453-59.

За главный вид (вид спереди) следует принимать такое изображение, которое дает наиболее ясное представление о форме, конструкции и размерах изделия, узла или детали и обеспечивает наилучшее использование поля чертежа (рис. 4.1.а).

В большинстве случаев бывает достаточно вычертить три проекции: вид спереди (главный вид) (рис. 4.1.а), вид сверху (план) (рис. 4.1.б) и вид сбоку (слева) (рис. 4.1.в). Если виды располагаются между собой в проекционной связи, то никаких надписей (названий видов) делать не полагается. Трехмерное изображение детали (узла) на чертеже (рис. 4.1.г) допускается, но обязательным не является.

Виды, расположенные без проекционной связи с главным видом, снабжаются соответствующей надписью, например «Вид А».

В общем случае необходимо руководствоваться следующими требованиями ЕСКД: **«На чертеже должно быть количество видов, разрезов и сечений необходимое и достаточное для полного понимания чертежа».**

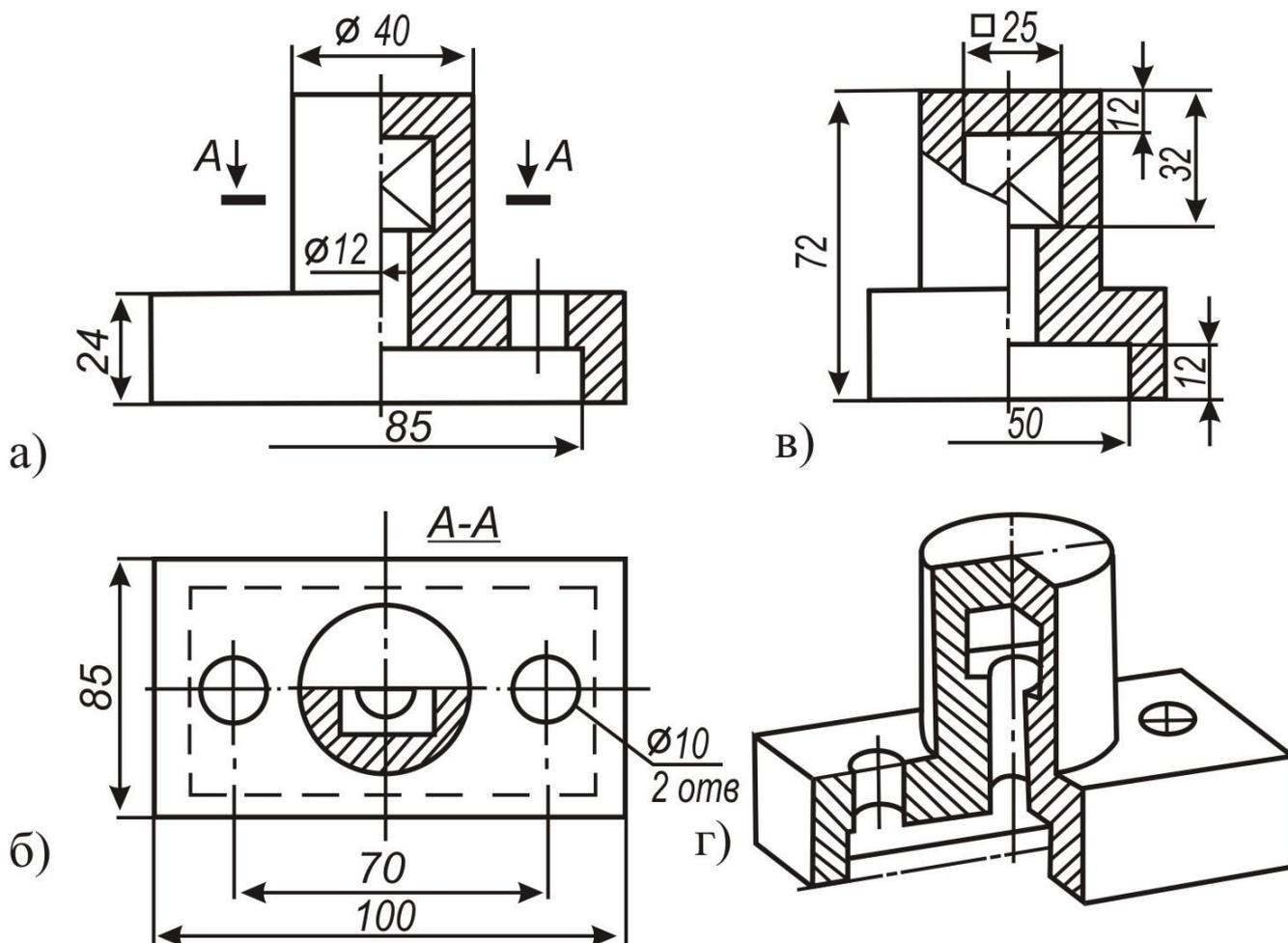


Рисунок 3.1 - Количество и расположение видов на чертеже

На сборочном чертеже редуктора в обязательном порядке должны быть следующие данные:

- ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ:

длина, ширина, высота редуктора в сборе;

- ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ:

а) диаметр (с указанием допуска) и длина выступающих концов валов;

б) диаметр, количество и расположение крепежных отверстий на опорной поверхности корпуса (для крепления редуктора к раме или фундаменту);

- **СОПРЯГАЕМЫЕ РАЗМЕРЫ:** диаметры и посадки на валах зубчатых и червячных колес, шкивов, полумуфт, подшипников, стаканов, втулок, центрирующих поверхностей крышек подшипников, и др.;

- **СЕЧЕНИЯ ВАЛОВ** по шпоночным и шлицевым соединениям с указанием посадок шпонок, обозначения шлицевых соединений;

- ***техническая характеристика изделия*** (редуктора):

1. вращающий момент на выходном валу, Н*м;
2. частота вращения выходного вала, об/мин;
3. передаточное число редуктора;
4. степень точности изготовления передачи.

- ***технические требования к изделию*** (редуктору):

1. подшипники перед сборкой заполнить пластичной смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-87 (при отдельной смазке подшипников и зубчатого зацепления);
2. резьбовые и трущиеся поверхности перед сборкой смазать маслом, применяемым для смазки зубчатого зацепления;
3. плоскость разъема при окончательной сборке покрыть тонким слоем герметика УТ-34 ГОСТ 24285-80;
4. после сборки валы редуктора должны вращаться «от руки» без посторонних шумов, стуков и заедания;
5. залить в редуктор масло «марка» в объеме «расчетном» литров.

Кроме того, на сборочном чертеже редуктора указываются номера позиций сборочных единиц, деталей и стандартных изделий в соответствии со спецификацией.

Номера позиций располагаются на полках выносных линий. Выносные линии располагают таким образом, чтобы их полки были параллельны основной надписи чертежа вне контура изображения. Их группируют в строчку или колонку по возможности на одной горизонтали или вертикали.

Резьбовые соединения обозначаются одной выносной линией с несколькими полками, расположенными друг под другом.

Позиции указываются в следующем порядке (сверху вниз): болт (винт, шпилька), гайка, шайба.

Примечание:

- ***винт*** – это резьбовое изделие, имеющее головку под ключ или отвертку и ***ввернутое резьбовым концом в тело детали;***

- ***болт*** – это резьбовое изделие, имеющее головку под ключ или отвертку, ***на резьбовой конец которого навернута гайка;***

- ***шпилька*** – это резьбовое изделие, имеющее резьбу с двух сторон и не имеющее головки под ключ или отвертку, ***при этом одна сторона ввернута в тело детали, а на другую навернута гайка.***

4 КОНСТРУИРОВАНИЕ КОРПУСА РЕДУКТОРА

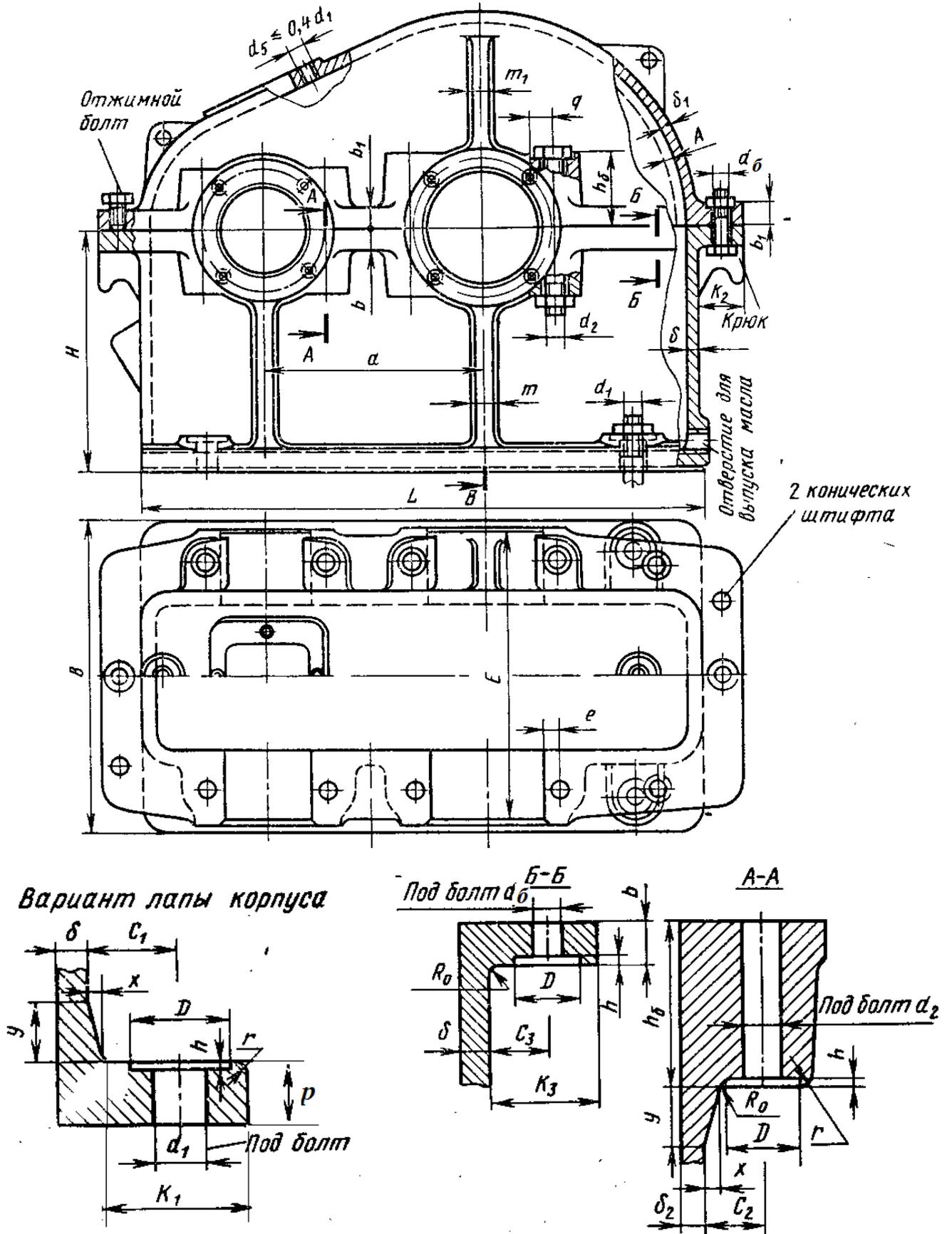


Рисунок 4.1 - Конструктивные элементы литого корпуса редуктора

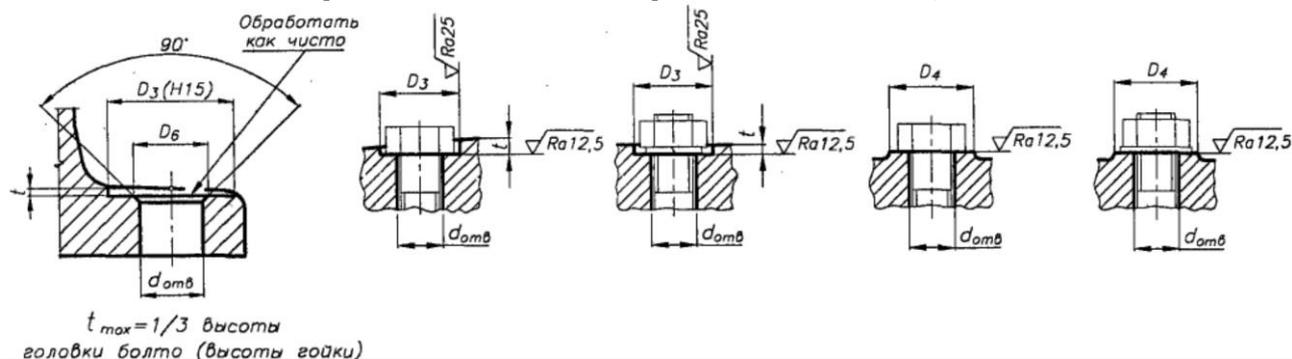
Таблица 4.1 – Характеристика основных элементов литого корпуса редуктора (см. рисунок 4.1.)

Параметры	Основные соотношения
Толщина стенки корпуса и крышки редуктора:	для алюминиевых деталей $\delta \geq 6$ мм и $\delta_1 \geq 6$ мм для чугунных деталей $\delta \geq 8$ мм и $\delta_1 \geq 8$ мм
Одноступенчатого цилиндрического	$\delta=0,025a_w + 1$; $\delta_1=0,02a_w + 1$
Одноступенчатого червячного	$\delta=0,04a_w + 2$; $\delta_1=0,032a_w + 2$
Толщина фланца лапы корпуса	$p=2,35\delta$
Толщина верхнего пояса (фланца) корпуса	$b=1,5\delta$
Толщина нижнего пояса (фланца) крышки корпуса	$b_1=1,5\delta_1$
Толщина ребер основания корпуса	$m=(0,85 \dots 1)\delta$
Толщина ребер крышки	$m_1=(0,85 \dots 1)\delta_1$
Диаметр болтов соединяющих корпус с крышкой	d_6 см.разд.6 [8]
Диаметр фундаментных болтов ($n \geq 4$)	$d_1=2 d_6$
Диаметр болтов у подшипников	$d_2=1,5d_6$
Диаметр установочных штифтов	$d_{ш}= 0,7d_6$
Винты крепления крышки подшипника d_4	M6...M12 (4...6 шт.)
Размеры, определяющие положение болтов d_2	$e \approx (1 \dots 1,2)d_2$; $q \geq 0,5d_2+d_4$
Высота бобышки h_6 под болт d_2	h_6 выбирают таким образом, чтобы образовалась опорная поверхность под головку болта или гайку

Таблица 4.2 – Размеры бобышек литого корпуса редуктора в зависимости от диаметра болтов (см. рисунок 4.1.)

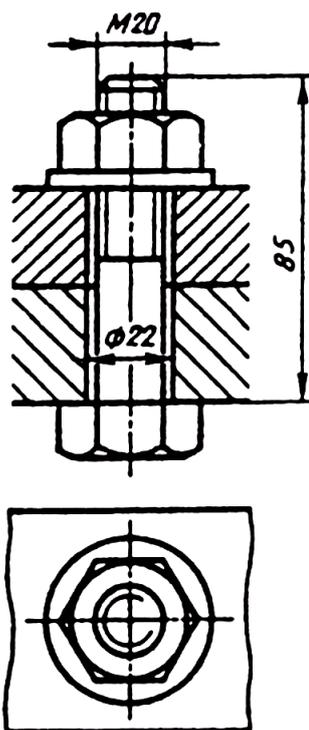
Параметры	Размер болтов								
	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
K_i	22	24	28	33	39	48	54	58	65
C_i	12	13	16	18	21	25	34	36	50

Таблица 4.3 – Размеры зенковок и отверстий под болты, мм ГОСТ 11284-75

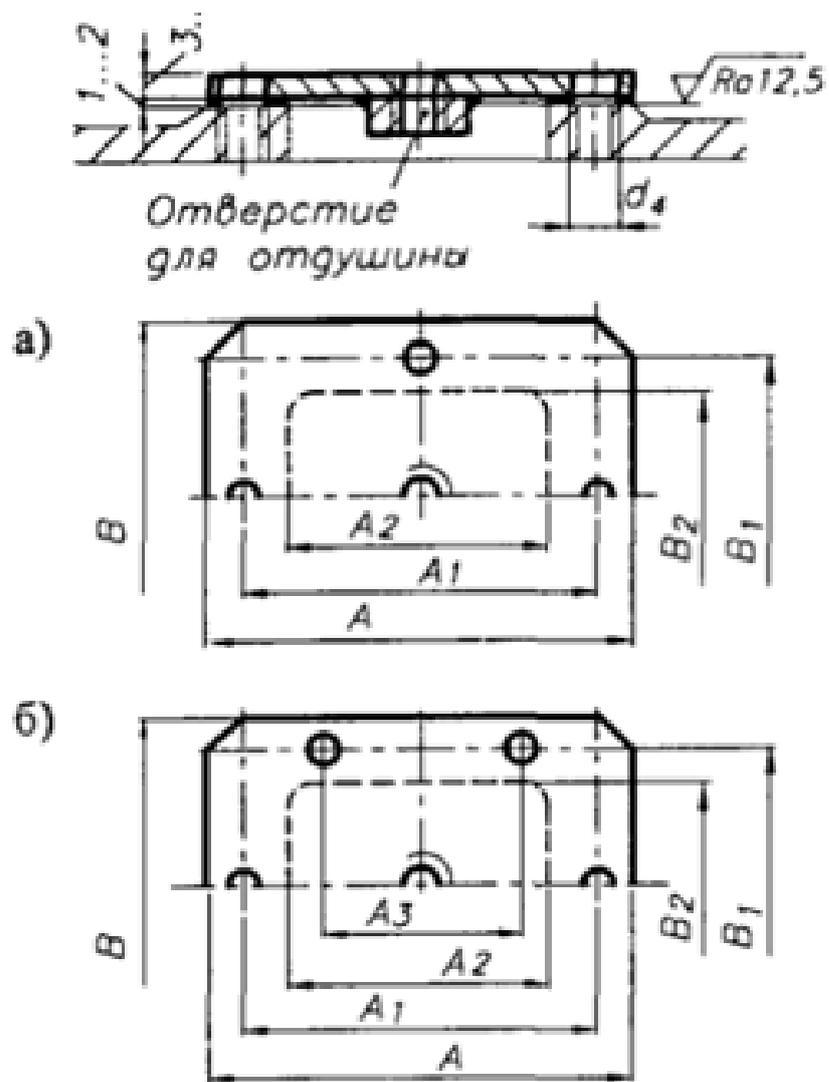


Параметры	Размер болтов								
	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
D_3	13,5	18	22	26	33	40	48	61	71
D_4	18	24	28	30	38	45	52	65	80
D_6	-	-	-	16	20	24	28	36	43
$d_{омб}$	6,6	9	11	14	18	22	26	33	39

Пример изображения резьбового соединения

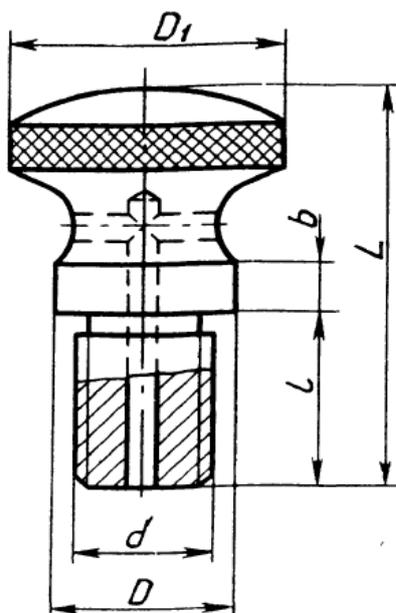


Для контроля сборки и осмотра редуктора при эксплуатации служит смотровой люк (рис.4.2). Для удобства осмотра его располагают на верхней крышке корпуса, что позволяет также использовать люк для заливки масла. В червячных редукторах с верхним или боковым расположением червяка люк целесообразно расположить в одной из боковых сторон корпуса для наблюдения за регулированием зацепления. Смотровой люк делают прямоугольной или (реже) круглой формы максимально возможных размеров.



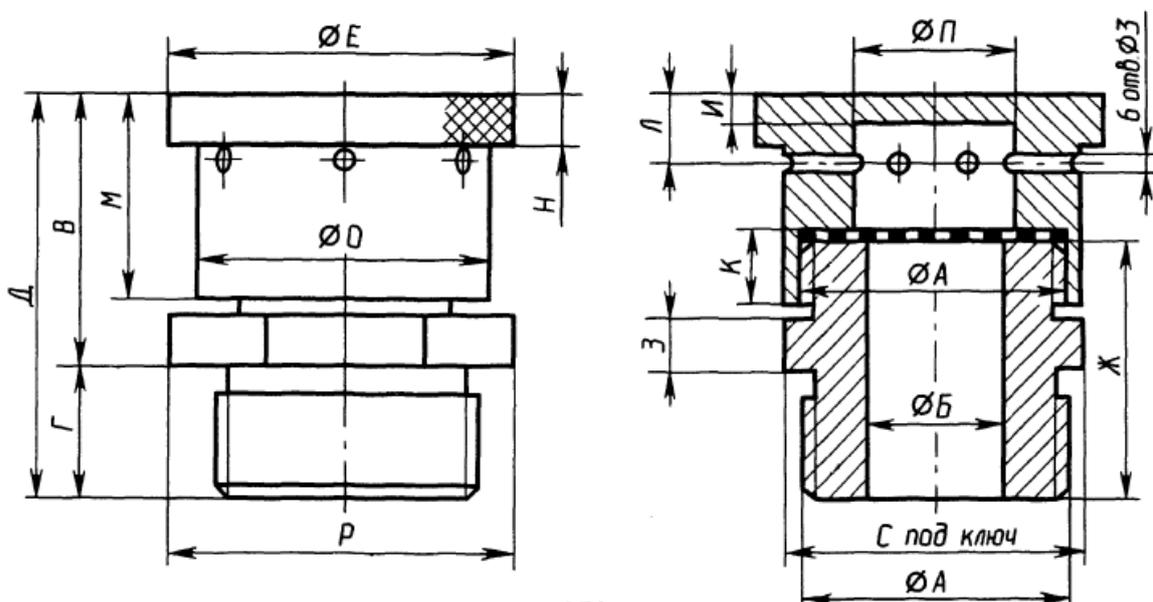
A	A_1	A_2	A_3	B	B_1	B_2	d_4	z_4
100	75	50	---	75	50	35	M5x20	4
150	125	100	---	125	100	75	M6x20	4
200	175	150	---	150	125	100	M6x20	4
260	230	200	130	210	180	150	M8x20	6

Рисунок 4.2 - Ориентировочные размеры крышек смотровых люков корпуса редуктора



<i>d</i>	<i>D</i>	<i>D₁</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>b</i>
M12x1,75	20	32	40	12	5,5
M16x2	25	40	50	16	7

Рисунок 4.3 - Размеры ручки-отдушины смотровых люков



<i>A</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	<i>Г</i>	<i>Д</i>	<i>Е</i>	<i>Ж</i>	<i>З</i>	<i>И</i>	<i>К</i>	<i>Л</i>	<i>М</i>	<i>Н</i>	<i>О</i>	<i>П</i>	<i>Р</i>	<i>С</i>
M27x2	15	≈30	15	≈45	36	32	6	4	10	8	22	6	32	18	36	32
M48x3	35	≈45	25	≈70	62	52	10	5	15	13	52	10	56	36	62	55

Рисунок 4.4 - Размеры ручки-отдушины смотровых люков с сеткой

Конструкция и размеры маслоуказателей

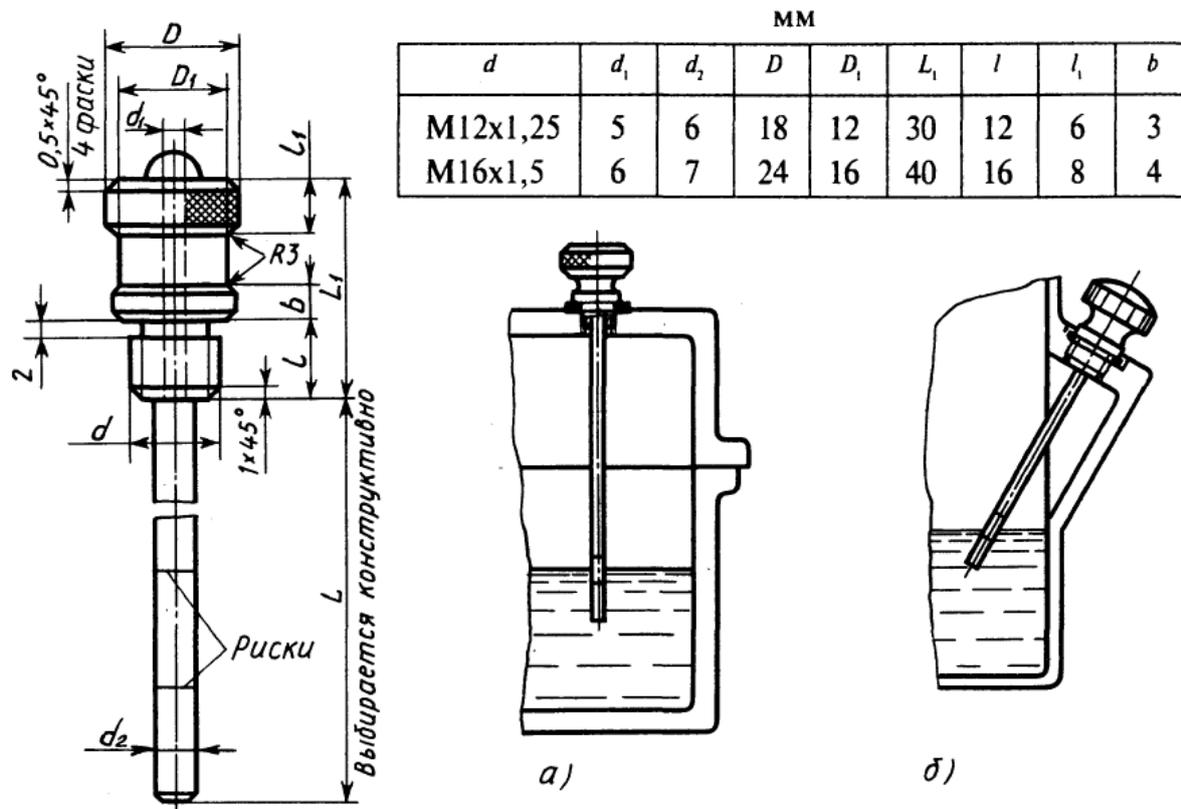


Рисунок 4.5 - Жезловый маслоуказатель и способы его установки на корпусе:
а) в крышке; б) в основании

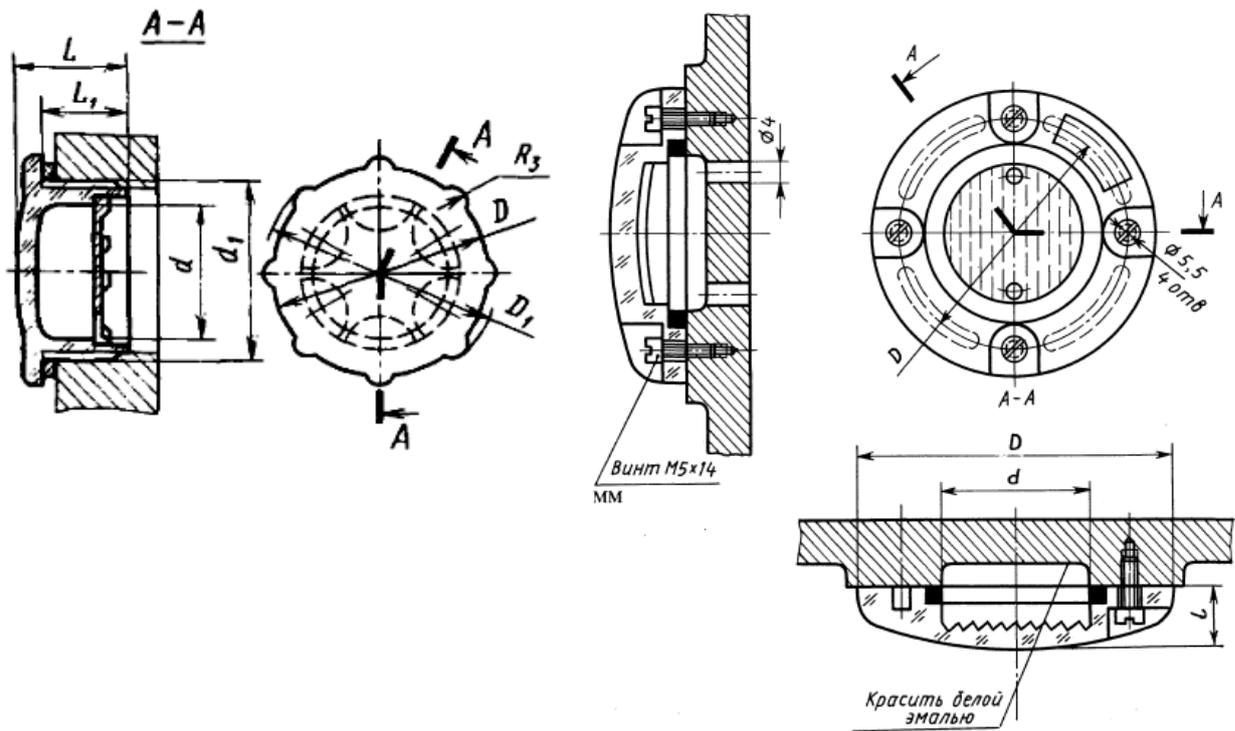
Кроме жезловых маслоуказателей, в настоящее время широкое применение получили стеклянные маслоуказатели круглой (рисунок 4.6.) и удлиненной (рисунок 4.7.) формы.

На рисунке 4.8. представлены внешний вид и характеристики комбинированных маслоуказателей-термометров, позволяющих одновременно визуально контролировать уровень масла, его температуру и степень загрязненности.

Кроме того, стеклянные маслоуказатели позволяют снизить время и трудозатраты на техническое обслуживание редуктора.

Исполнение 1

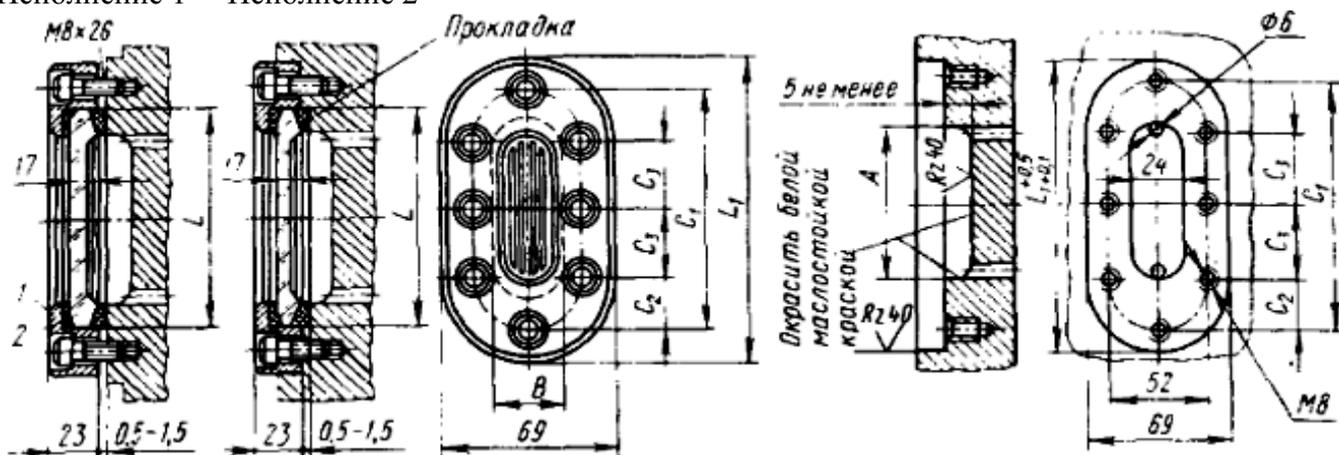
Исполнение 2



Исполнение 1						
Шифр	<i>d</i>	<i>d</i>₁	<i>D</i>	<i>D</i>₁	<i>L</i>	<i>L</i>₁
1-14	14	M22x1,5	30	33	20	14,0
1-20	19	M27x1,5	36	39	22	15,5
1-30	30	M39x1,5	48	51	24,5	17,5
1-50	50	M60x2	68	72	30	20,0
Исполнение 2						
Шифр	<i>d</i>	<i>d</i>₁	<i>D</i>	<i>D</i>₁	<i>l</i>	
11-30	30	40	60	48	12	
11-50	50	60	82	70	14,5	

Рисунок 4.6 - Стекланные маслоуказатели круглой формы

Исполнение 1 Исполнение 2



Глазок	Стекло* 2		Корпус 1				Кол-во винтов
	L	B	L ₁	C ₁	C ₂	C ₃	
100	115	34	150	133	16,5	50	8
120	140		175	158	19	40	10
200	220		255	238	19	40	14

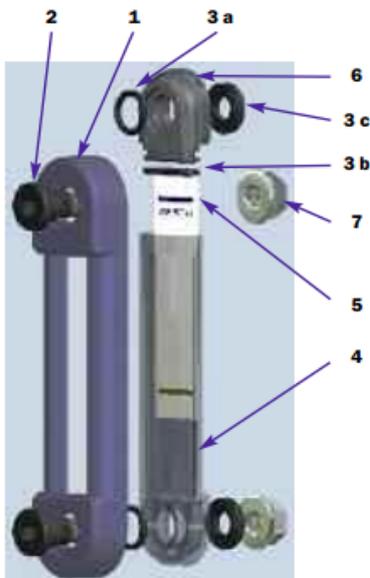
*Стекло рифленое ГОСТ 1663-81.

Рисунок 4.7 - Стеклнные маслоуказатели удлиненной формы

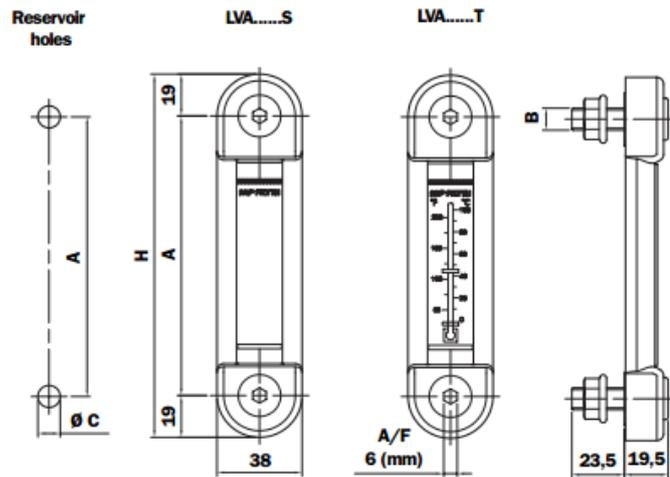
Для удаления загрязненного масла и для промывки редуктора в нижней части корпуса делается отверстие под пробку с цилиндрической или конической резьбой.

Под цилиндрическую пробку устанавливается уплотнительная прокладка из маслястойкой резины, алюминия или меди. Пробка с конической резьбой дает лучшую герметичность и устанавливается без уплотнительной прокладки.

Маслосливное отверстие выполняется на уровне днища редуктора или несколько ниже него. Желательно, чтобы в зоне маслосливного отверстия днище редуктора имело грязесборную полость или уклон 1...2° в сторону отверстия.



Dimensions



LVA (Materials)

- 1 - Cover: Polyamide
- 2 - Screws: Galvanised Steel
- 3 - Seals: NBR
FPM
- 4 - Lens: Polyamide
- 5 - Nameplate: Painted Aluminium
- 6 - Terminal cap: Nylon
- 7 - Nuts: Galvanised Steel

Weight

LVA10: 0,13 Kg
LVA20: 0,18 Kg
LVA30: 0,23 Kg

Quantity per pack Number of Parts

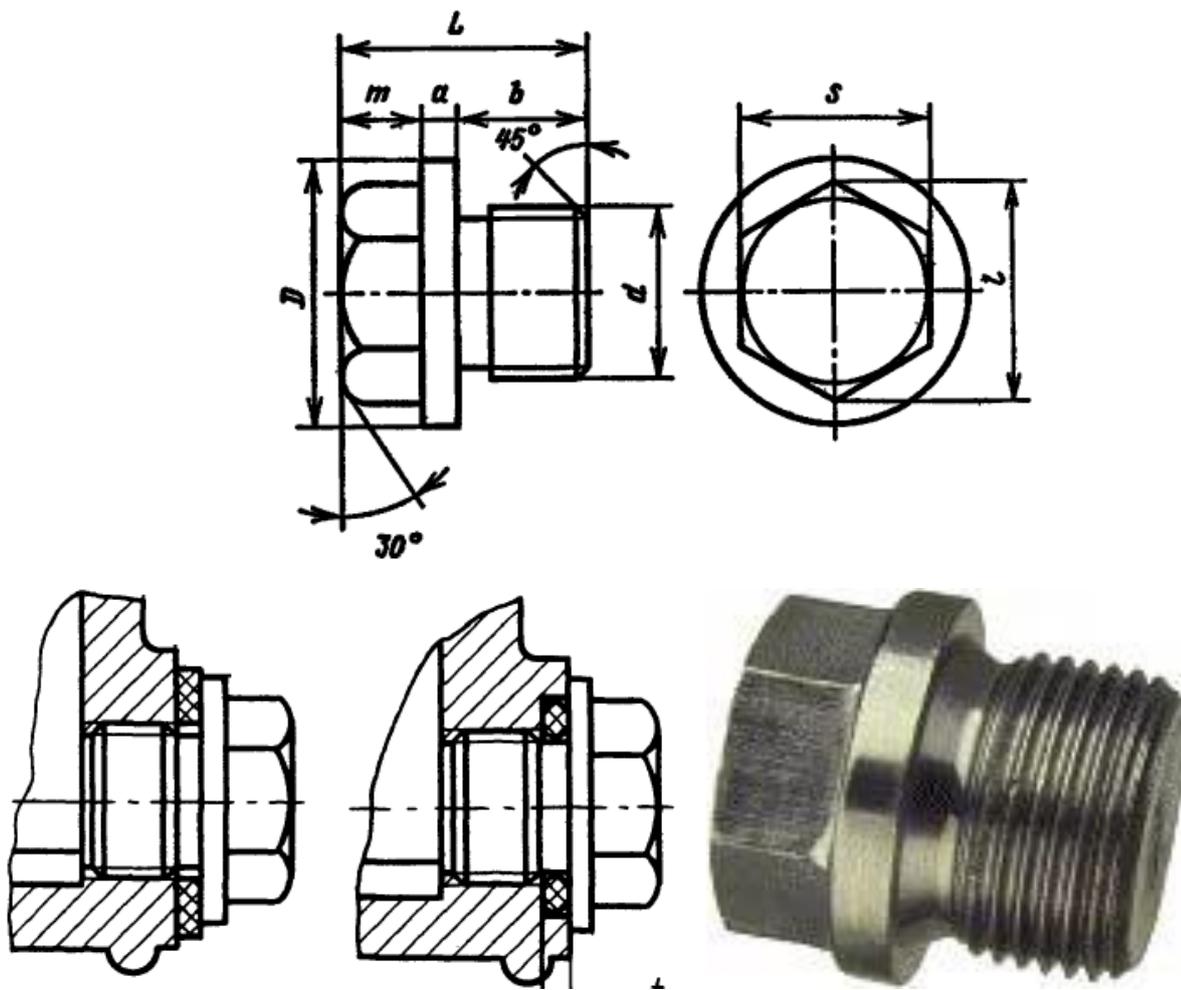
LVA 10

Screw tightening torque: 15Nm

Size	A	H
LVA10	76	114
LVA20	127	165
LVA30	254	292

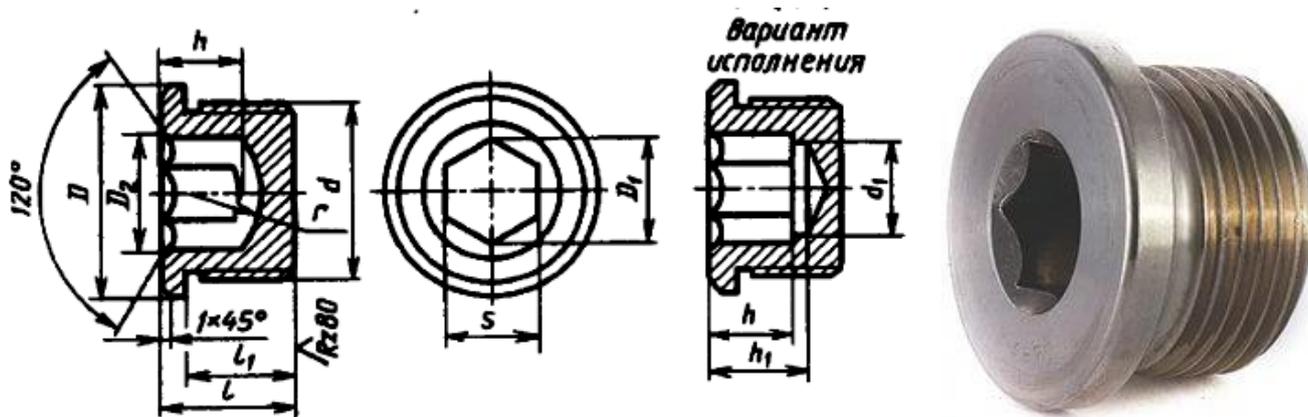
Type	B	C
LVA.....M10	M10	10,5
LVA.....M12	M12	12,5
LVA.....U38	3/8" UNC	10
LVA.....U12	1/2" UNC	13,5

Рисунок 4.8 - Комбинированные маслоуказатели-термометры



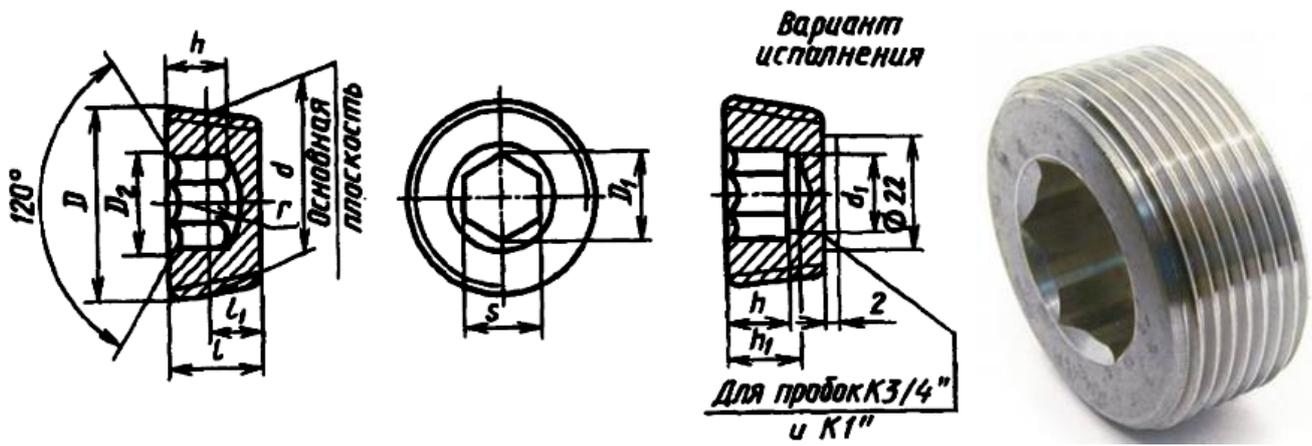
<i>d</i>	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>l</i>
M10x1	10	6	2	18	18	14	16,2
M12x1,25	12	7,5	2,5	22	20	17	19,6
M16x1,5	13	8	3	24	25	19	21,9
M20x1,5			4	25	30	22	25,4
M24x1,5		11		28	34	27	31,2
M30x1,5		15		13	32	40	32
M36x1,5	17	15		36	45	36	41,6

Рисунок 4.9 - Пробка цилиндрическая с внешним шестигранником



d	d_1	D	D_1	D_2	s	l	l_1	h	h_1
M10x1	5	14	5,8	6,1	5	12	9	3,5	4
M12x1,25	6	17	6,9	7,2	6	14	10	4	5
M16x1,5	8	22	9,2	9,7	8	16	12	5	6
M20x1,5	10	26	11,5	12,0	10	18	14	7	8
M24x1,5	14	30	16,2	16,7	14	20	16	11	13
M27x1,5	17	34	19,6	20,4	17	22	18	15	16
M33x1,5	19	40	21,9	22,7	19	25	20	16	18
M42x1,5	24	50	27,7	28,5	24	32	25	20	23

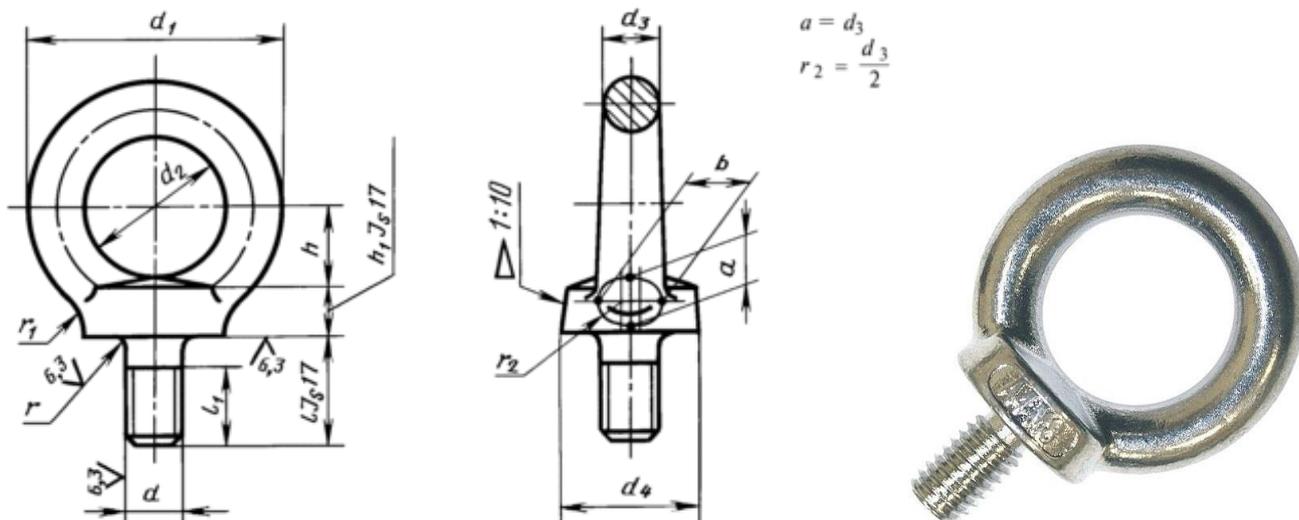
Рисунок 4.10 - Пробка цилиндрическая с внутренним шестигранником



Резьба, дюймы	Наружный диаметр резьбы, мм	d_1	D	D_1	D_2	s	l	l_1	h	h_1
1/8	10,272	5	10,42	5,8	6,1	5	7,0	4,572	3,5	4
1/4	13,572	6	13,84	6,9	7,2	6	9,5	5,080	4	5
3/8	17,055	8	17,32	9,2	9,7	8	10,5	6,096	5	6
1/2	21,223	10	21,54	11,5	12,0	10	13,5	8,128	7	8
3/4	26,568	12	26,89	13,8	14,3	12	14,0	8,611	9	10
1	33,228	14	33,67	16,2	16,7	14	17,5	10,16	11	13
1 1/4	41,985	17	42,42	19,6	20,4	17	18,0	10,67	13	15

Рисунок 4.11 - Пробка коническая с внутренним шестигранником

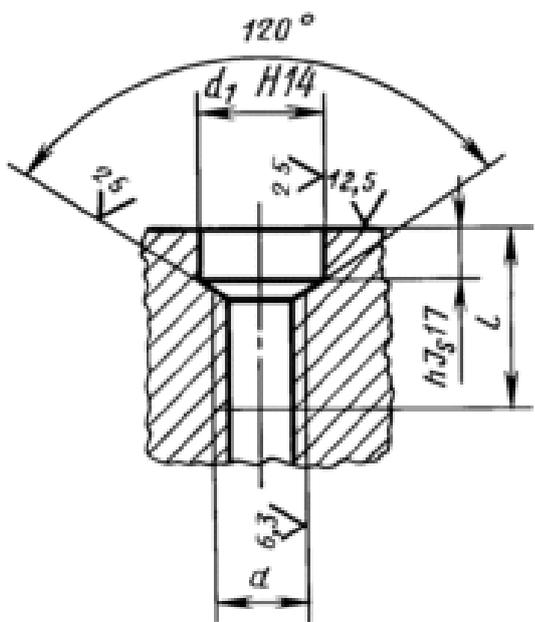
Для подъема и транспортировки крышки корпуса и собранного редуктора применяют рым - болты (рис.4.12) или проушины (рис.4.14), отливая их заодно с крышкой.



$$a = d_3$$

$$r_2 = \frac{d_3}{2}$$

<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>d</i> ₄	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>r</i>	<i>r</i> ₁
M8	36	20	8	20	10	12	6	18	12	2	4
M10	45	25	10	25	12	16	8	21	15		
M12	54	30	12	30	14	18	10	25	19		
M16	63	35	14	36	16	20	12	32	25	3	8
M20	72	40	16	40	19	24	14	38	29		
M24	90	50	20	50	24	29	16	45	35		
M30	108	60	24	63	28	37	18	55	44		15



<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>h</i>	<i>l</i> , не менее
M8	13	5	19
M10	15	6	22
M12	17		26
M16	22	7	33
M20	28	9	39
M24	32	10	47
M30	38	11	57

Рисунок 4.12 - Конструкция и размеры рым-болтов и отверстий под них

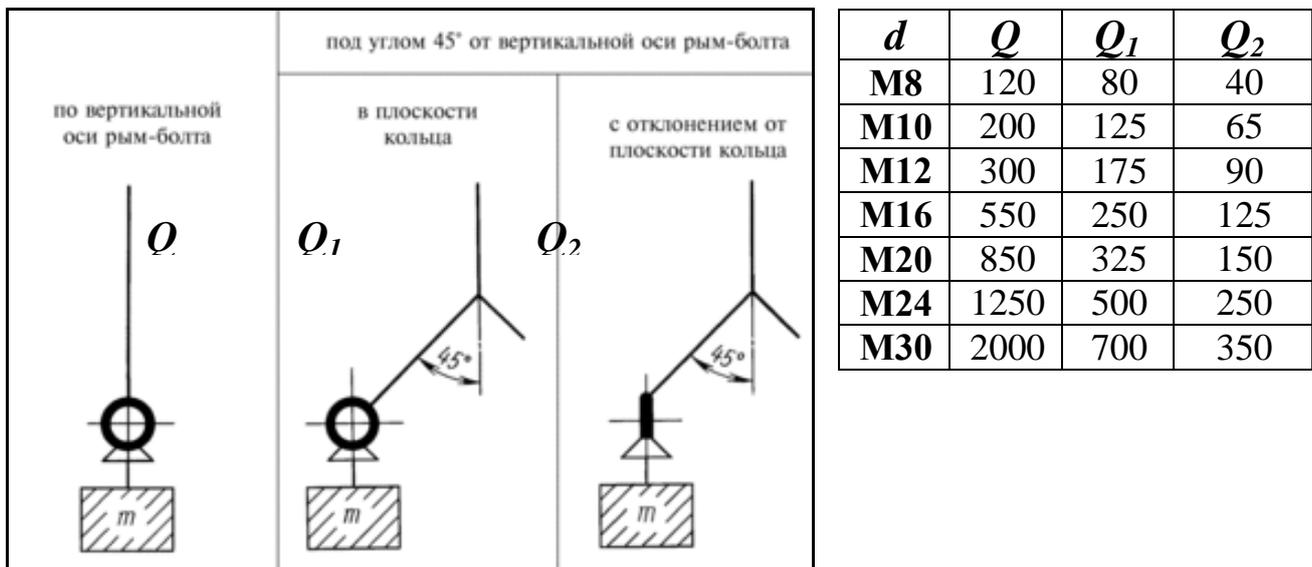


Рисунок 4.13 - Грузоподъемность Q на 1 рым-болт, кг, при направлении строп

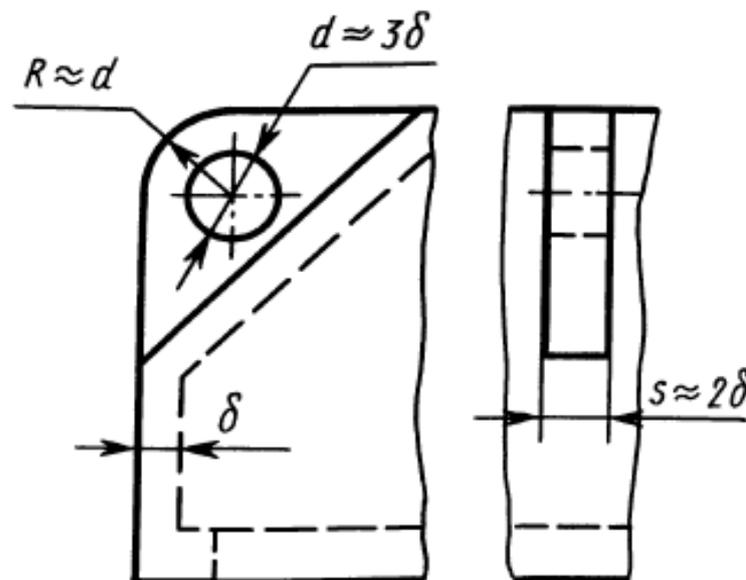
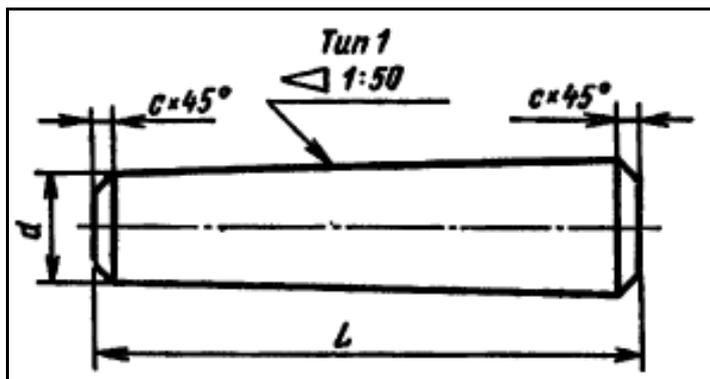


Рисунок 4.14 - Проушина для подъема редуктора

Установочные штифты. Расточку отверстия под подшипники (подшипниковые гнезда) в крышке и основании корпуса производят в сборе. Перед расточкой отверстий в этом соединении плоскости прилегания крышки и корпуса фрезеруют и устанавливают два конических или цилиндрических штифта (рис.4.15, 4.16) на возможно большем расстоянии друг от друга по диагонали для фиксации относительного положения крышки корпуса и основания при последующих сборках.

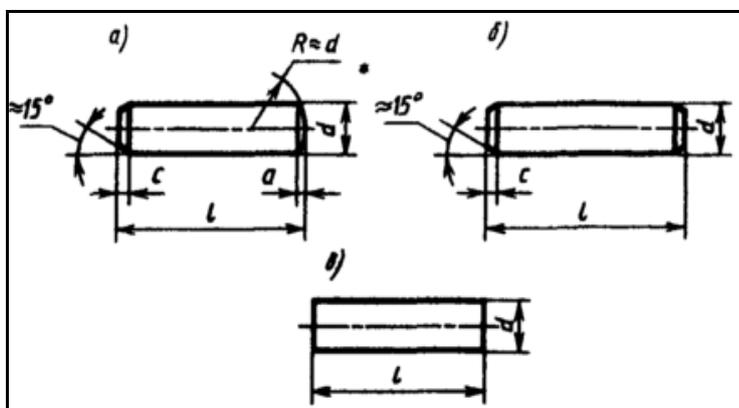


d	c	Интервалы длин	d	c	Интервалы длин
4	0,6	16-70	10	1,6	30-180
5	0,8	16-90	12		36-220
6	1,0	20-110	16	2,0	40-280
8	1,2	25-140	20	2,5	50-280

Примечания:

1. Ряд длин L 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280 мм
2. Материал (рекомендуемый) – сталь 45, 15, А12

Рисунок 4.15 - Штифты конические



d	c	a	l	d	c	a	l
4	0,63	0,5	8-80	10	2,0	1,2	16-140
5	0,8	0,63	10-100	12	2,5	1,6	20-140
6	1,2	0,8	10-110	16	3,0	2,0	25-280
8	1,6	1,0	14-140	20	3,5	2,5	32-280

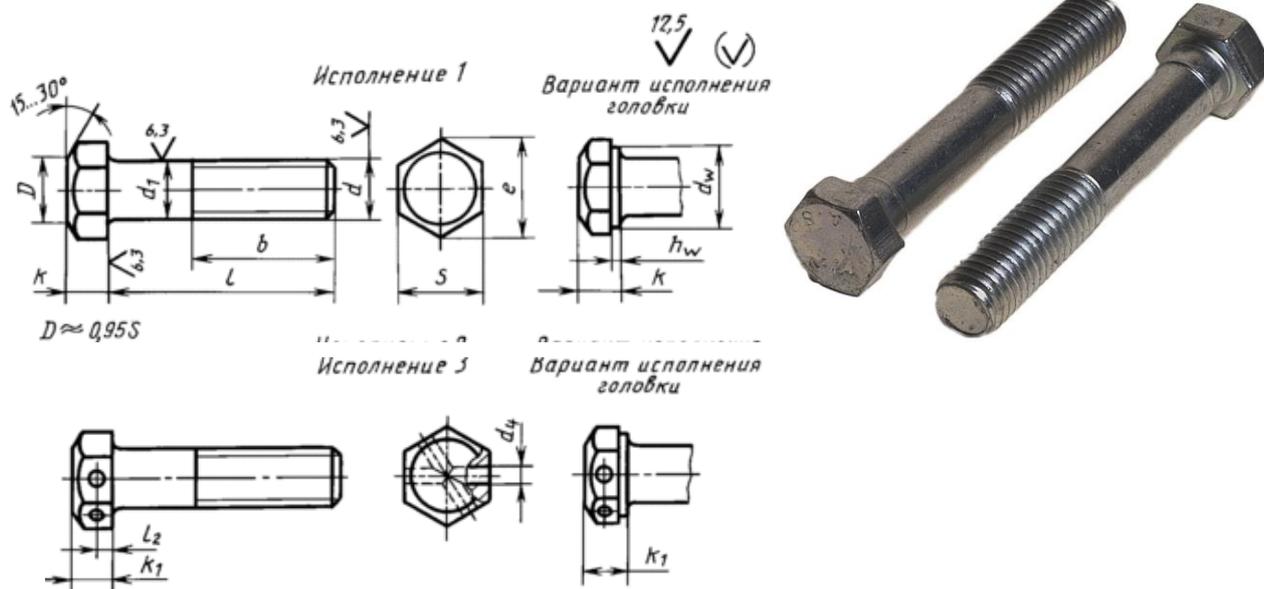
Примечания:

1. Ряд длин L 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280 мм
2. Материал (рекомендуемый) – сталь 45, 15, А12

Рисунок 4.16 - Штифты цилиндрические

4.1 Крепежные детали редуктора

Болты (винты) с шестигранной уменьшенной головкой (ГОСТ 7796-70)



d	S	e	k	l	b
8	12	13,1	5	8...100	$b=l$ при $l \leq 25$ $b=22$ при $l \geq 30$
10	14	15,3	6	10...200	$b=l$ при $l \leq 30$ $b=26$ при $l \geq 35$
12	17	18,7	7	14...260	$b=l$ при $l \leq 30$
16	22	23,9	9	20...300	$b=30$ при $l \geq 35$
20	27	29,6	11	25...300	$b=l$ при $l \leq 40$ $b=38$ при $l \geq 45$
24	32	35,0	13	35...300	$b=l$ при $l \leq 50$ $b=46$ при $l \geq 55$

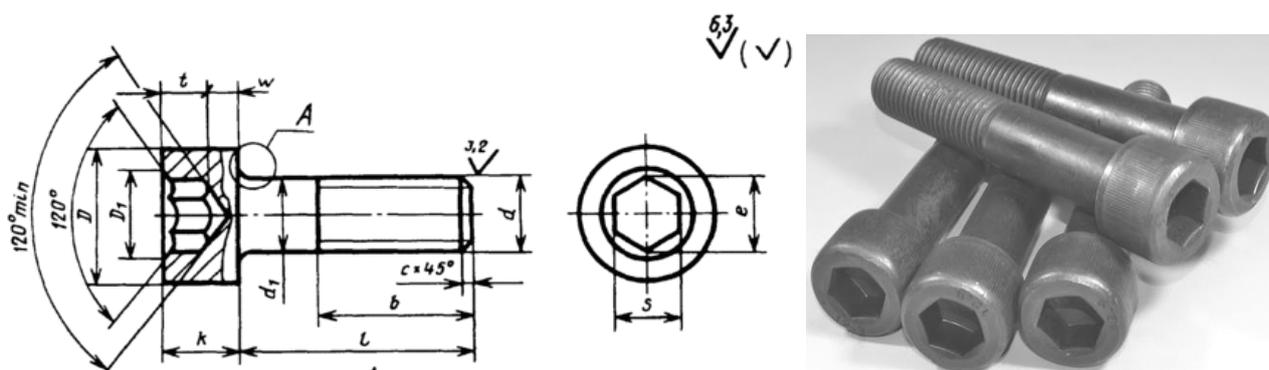
Примечания:

1. Размер l (мм) в указанных пределах брать из ряда чисел: 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

2. Пример условного обозначения болта диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, с крупным шагом резьбы и полем допуска $6g$, класса прочности 5.8, с цинковым покрытием (01) толщиной 6 мкм, хромированным:

«Болт М12-6gx60.58 016 ГОСТ 7796-70»

**Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением
«под ключ» (ГОСТ 11738-84)**



<i>d</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>e</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>b</i>
6	10	5,0	5,73	6	10...50	<i>b=l</i> при $l \leq 30$ <i>b=24</i> при $l \geq 35$
8	13	6,0	6,87	8	16...80	<i>b=l</i> при $l \leq 35$ <i>b=28</i> при $l \geq 40$
10	16	8,0	9,17	10	14...100	<i>b=l</i> при $l \leq 40$ <i>b=32</i> при $l \geq 45$
12	18	10,0	11,45	12	20...130	<i>b=l</i> при $l \leq 45$ <i>b=36</i> при $l \geq 50$
16	24	14,0	16,02	16	25...160	<i>b=l</i> при $l \leq 55$ <i>b=44</i> при $l \geq 60$
20	30	17,0	19,44	20	30...220	<i>b=l</i> при $l \leq 65$ <i>b=52</i> при $l \geq 70$

Примечания:

1. Размер *l* (мм) в указанных пределах брать из ряда чисел: 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.
2. Пример условного обозначения винта диаметром резьбы *d* = 10 мм, длиной *l* = 60 мм, полем допуска 6g, класса прочности 6.8, без покрытия:

«Винт М10-6gх60.58 ГОСТ 11738-84»

Шайбы пружинные, тип Н – нормальные (ГОСТ 6402-70)

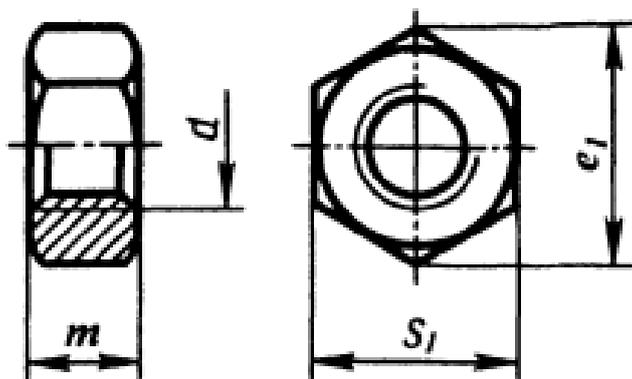


<i>Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки</i>	<i>d</i>	<i>s=b</i>
6	6,1	1,4
8	8,2	2,0
10	10,2	2,5
12	12,2	3,0
16	16,3	3,5
20	20,5	4,5
24	24,5	5,5

Примечания:

1. Пример условного обозначения нормальной пружинной шайбы для болта, винта, шпильки с диаметром резьбы $d = 12$ мм из стали 65Г без покрытия:
«Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70».

**Гайки шестигранные с уменьшенным размером «под ключ»
(ГОСТ 15521-70)**



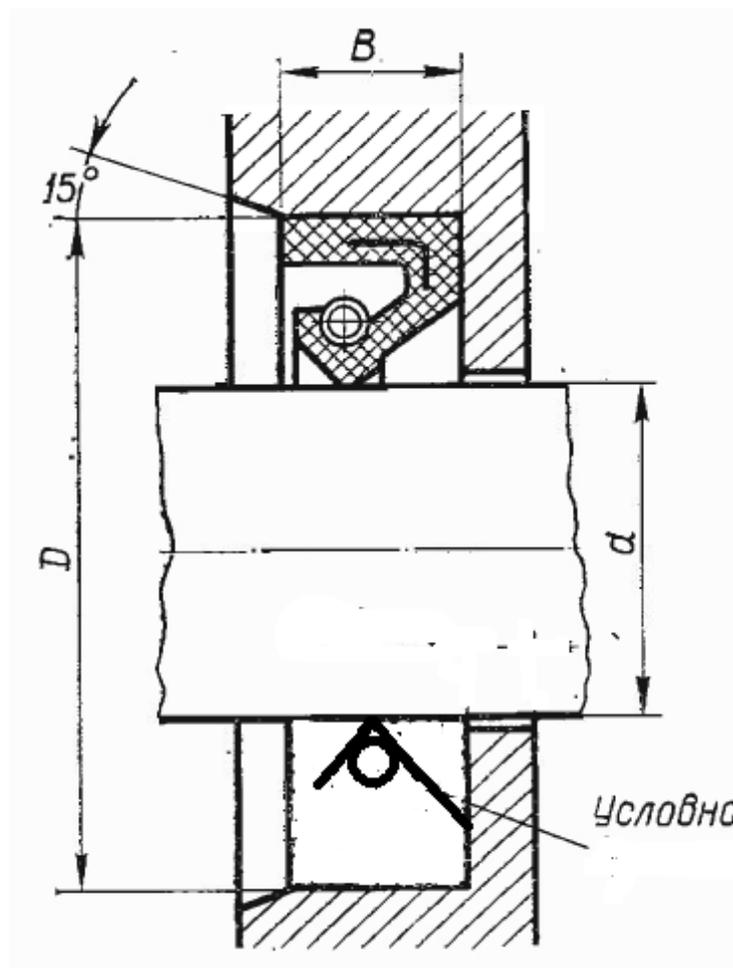
<i>d</i>	8	10	12	16	20	24
<i>S₁</i>	12	14	17	22	27	32
<i>e₁</i>	13,1	15,3	18,7	23,9	29,6	35
<i>m</i>	6,5	8	10	13	16	19

Примечания:

1. Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы $d = 12$ мм, крупным шагом и полем допуска резьбы *6H*, класса прочности 5, без покрытия:
«Гайка М12-6H.5 ГОСТ 15521-70».

4.2 Уплотнения редуктора

Манжеты резиновые армированные (ГОСТ 8752-79)



<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>
20; 21; 22	40	10
24	41	
25	42	
26	45	
30; 32	52	
35; 36; 38	58	
40	60	
42	62	
45	65	
48; 50	70	
52	75	
55; 56; 58	80	
60	85	
63; 65	90	
70; 71	95	
75	100	
80	105	
85	110	
90; 95	120	15
100	125	
105	130	
110	135	
115	145	
120	150	15
125	155	
130	160	
140	170	
150	180	

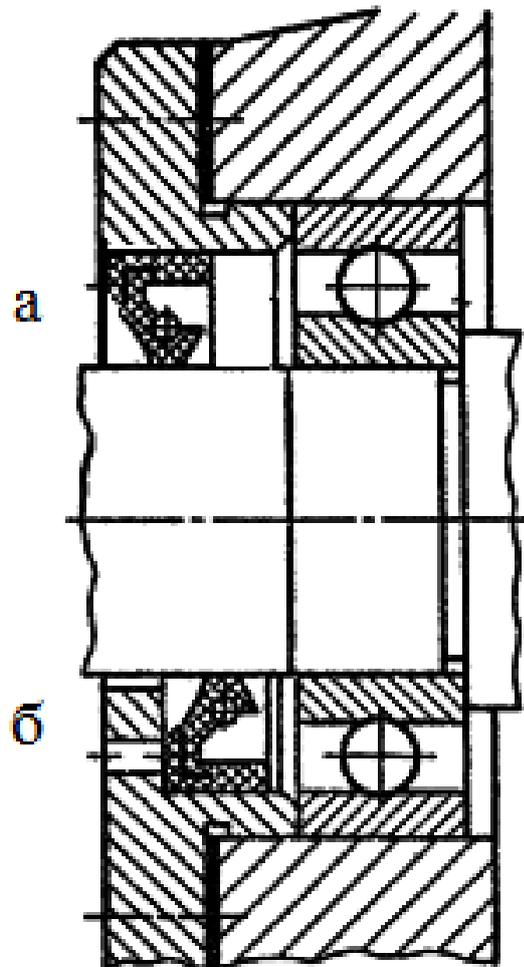


Рисунок 4.17 - Установка открытого (а) и закрытого (б) уплотнения

При давлении в редукторе, близком к атмосферному (большинство редукторов общего машиностроения), рекомендуется установка открытой манжеты (на крышке подшипника отсутствует упорный буртик для манжеты) (рисунок 4.17 а).

При высоком давлении в узле следует применять закрытые уплотнения, так как они не выдавливаются из крышки (рисунок 4.17 б)

При работе узла в особо пыльной среде устанавливаются двойные уплотнения (рисунок 4.18 а) или двухкромочные манжеты с пыльником (рисунок 4.18 б).

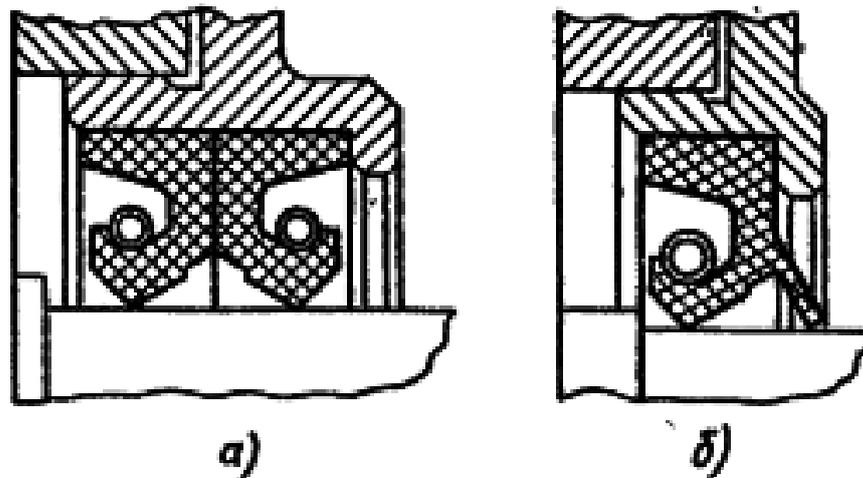
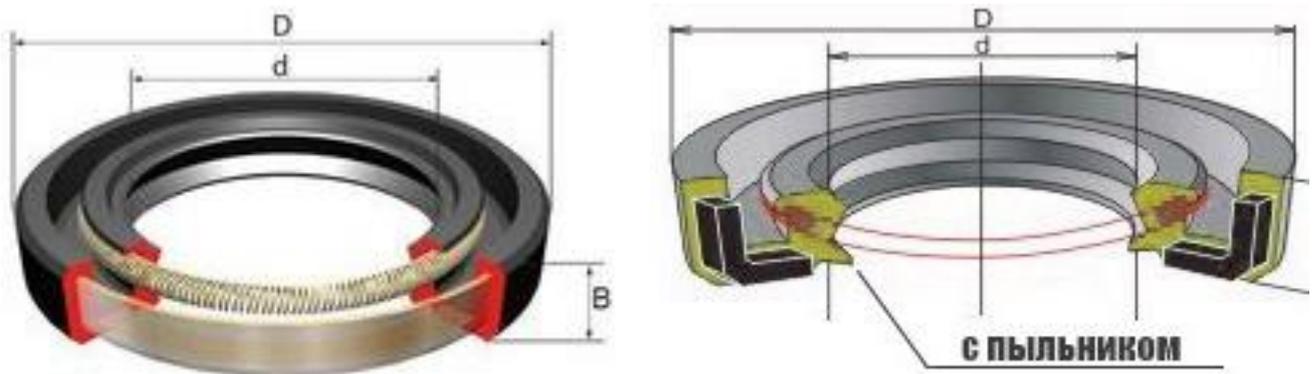


Рисунок 4.18 - Установка уплотнения для работы в особо пыльной среде

Для защиты подшипников от сильных струй масла (которые создают быстроходные косозубые шестерни или червяки) и от попадания в подшипники продуктов износа устанавливаются защитные шайбы (рисунок 4.19).

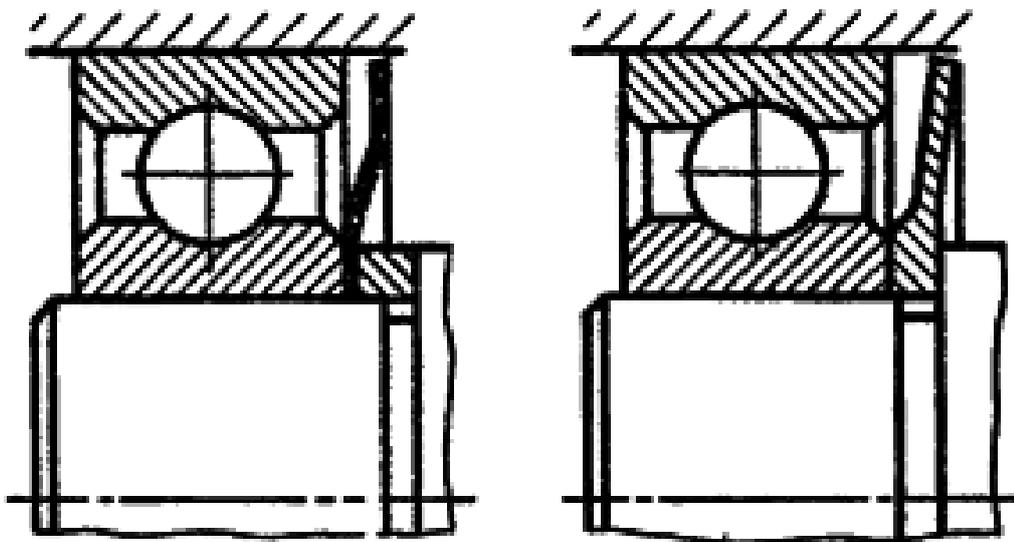
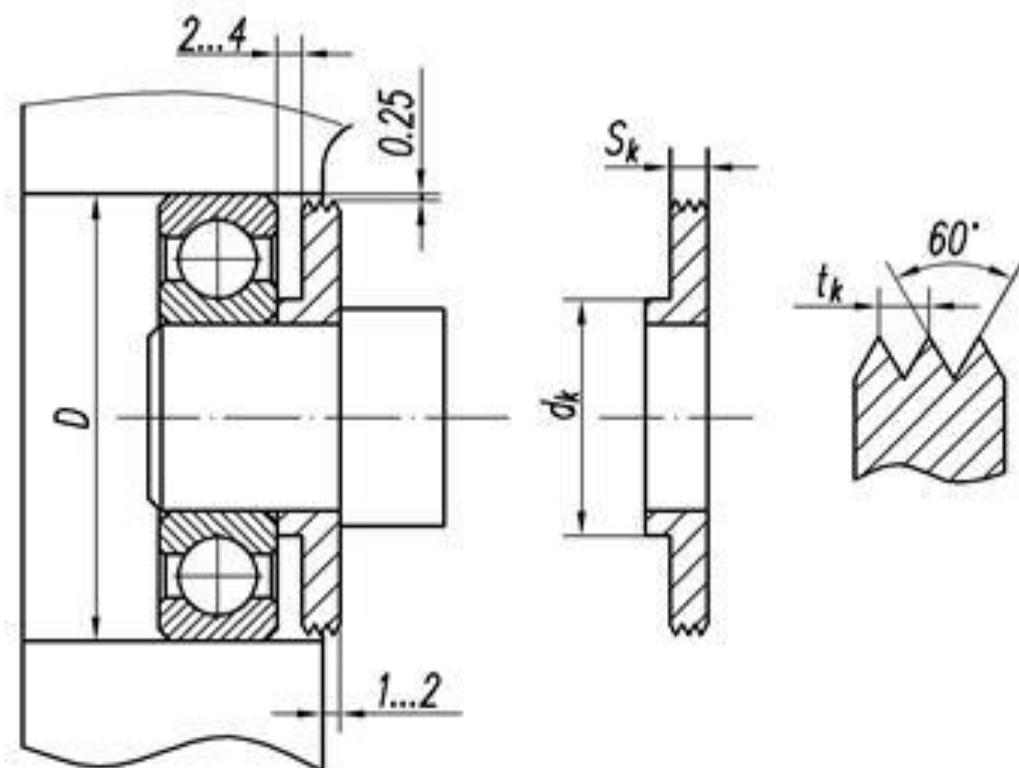


Рисунок 4.19 - Установка защитных шайб

В тихоходных редукторах, где подшипники смазываются пластичной смазкой, необходимо устанавливать мазеудерживающие кольца, которые защищают пластичную смазку от вымывания смазочным маслом редуктора (рисунок 4.20).



$t_k=2\text{мм}$, $S_k=6-9\text{ мм}$, d_k – в зависимости от типа установленного подшипника

Рисунок 4.20 - Общий вид мазеудерживающего кольца

5. Образцы выполнения сборочных чертежей редукторов

5.1 Редукторы горизонтальные с цилиндрической зубчатой передачей

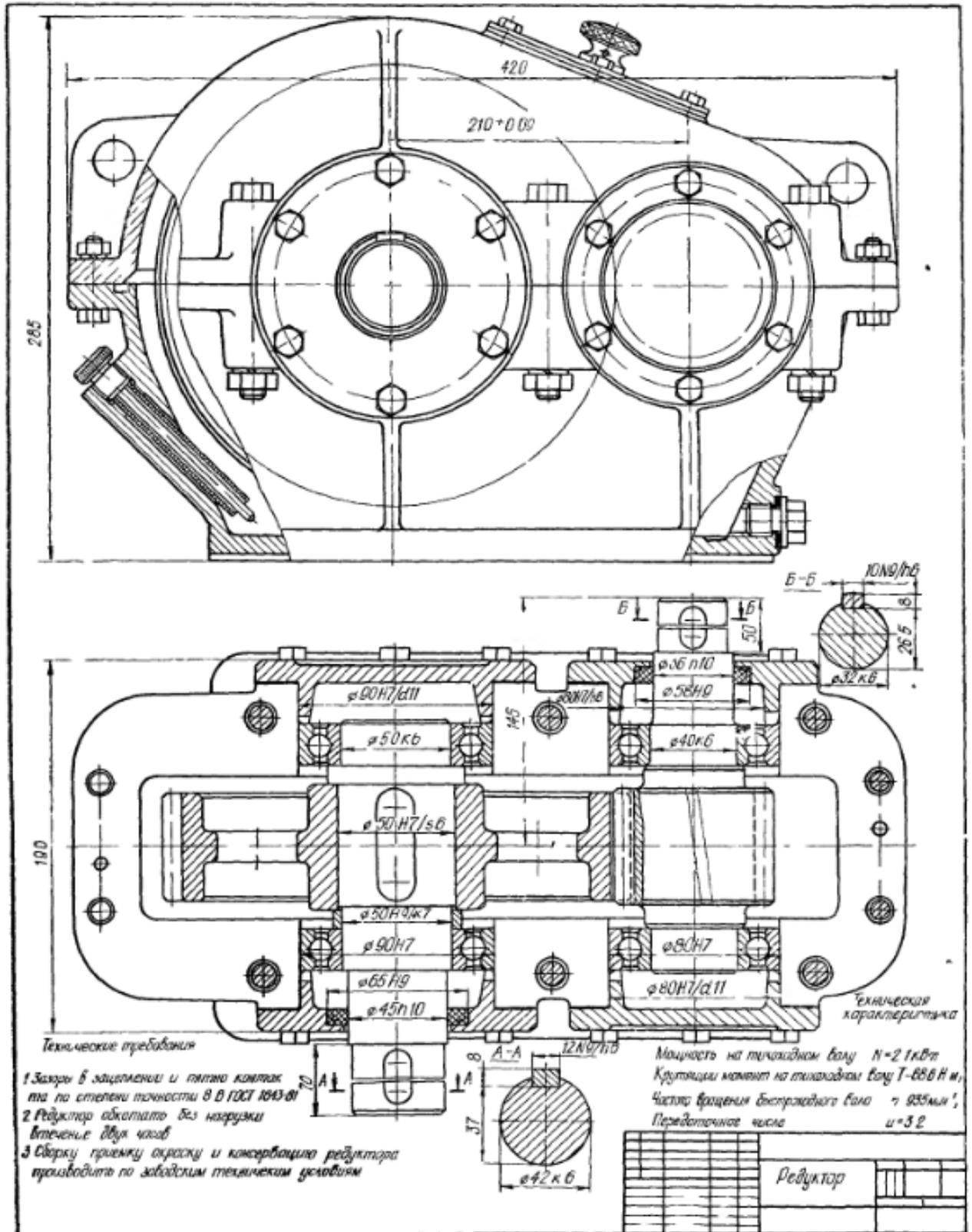


Рисунок 5.1 - Редуктор с накладными крышками и радиальными шарикоподшипниками

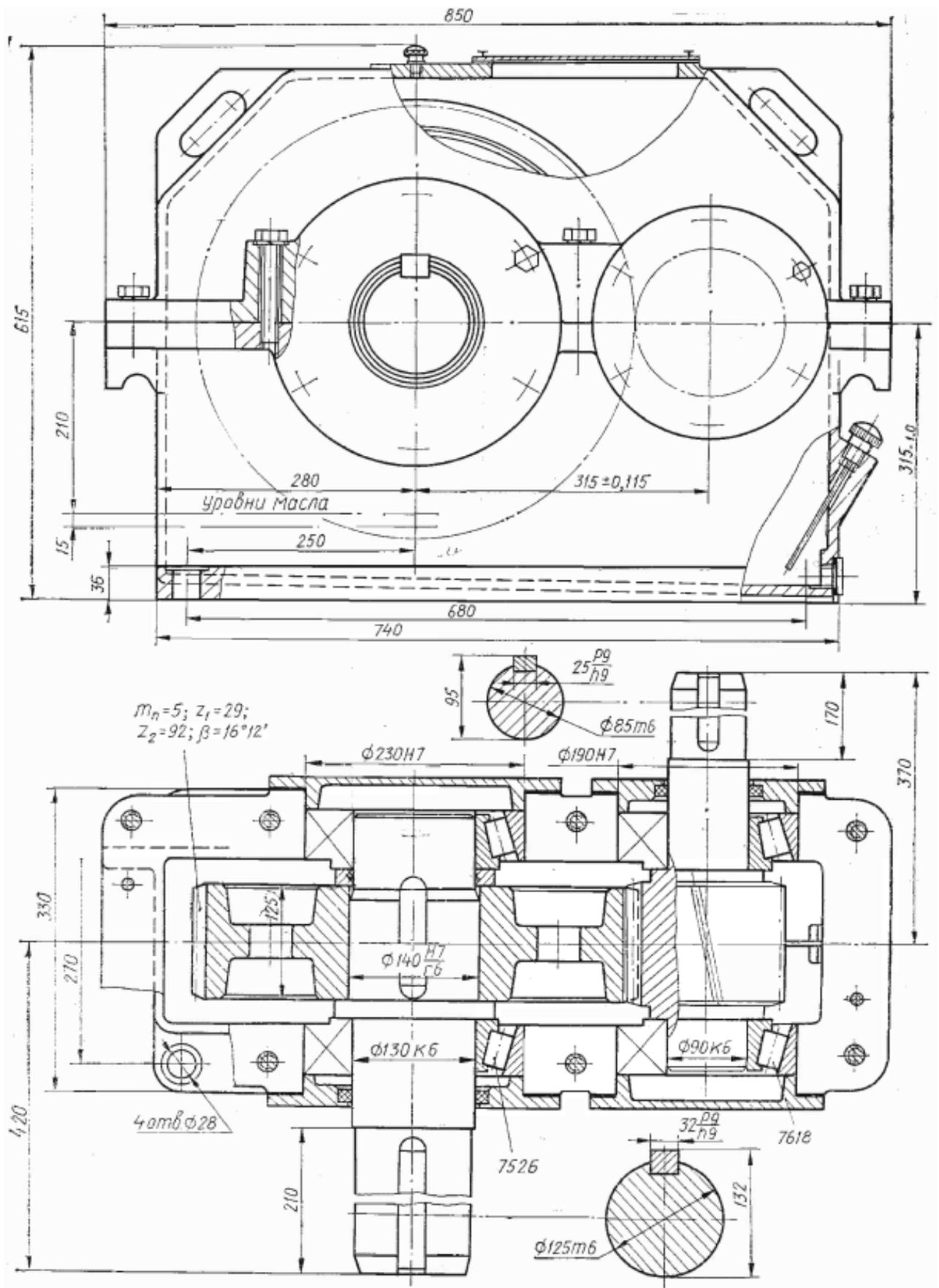


Рисунок 5.2 - Редуктор с накладными крышками и коническими роликоподшипниками

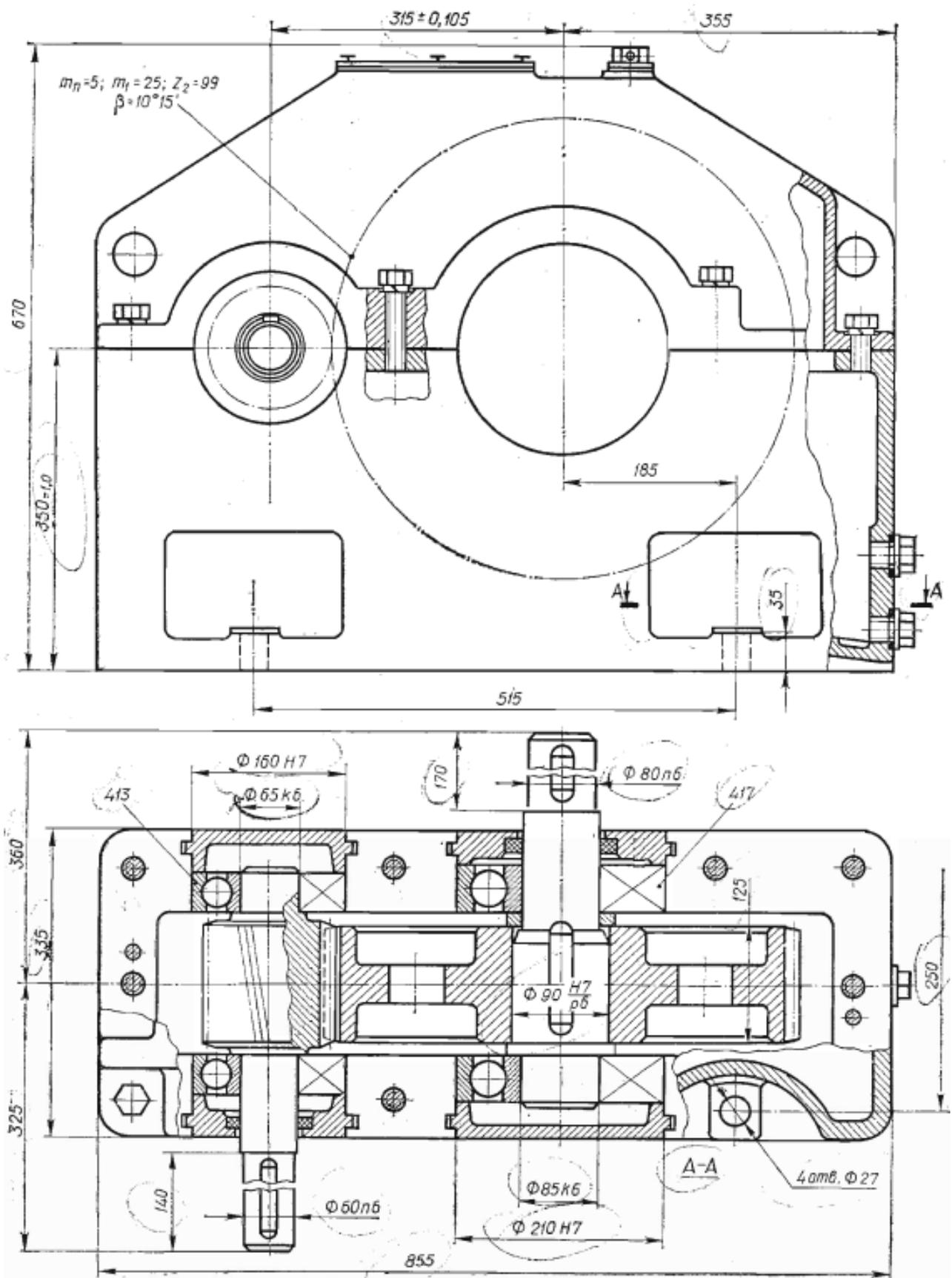


Рисунок 5.3 - Редуктор с врезными крышками и радиальными шарикоподшипниками

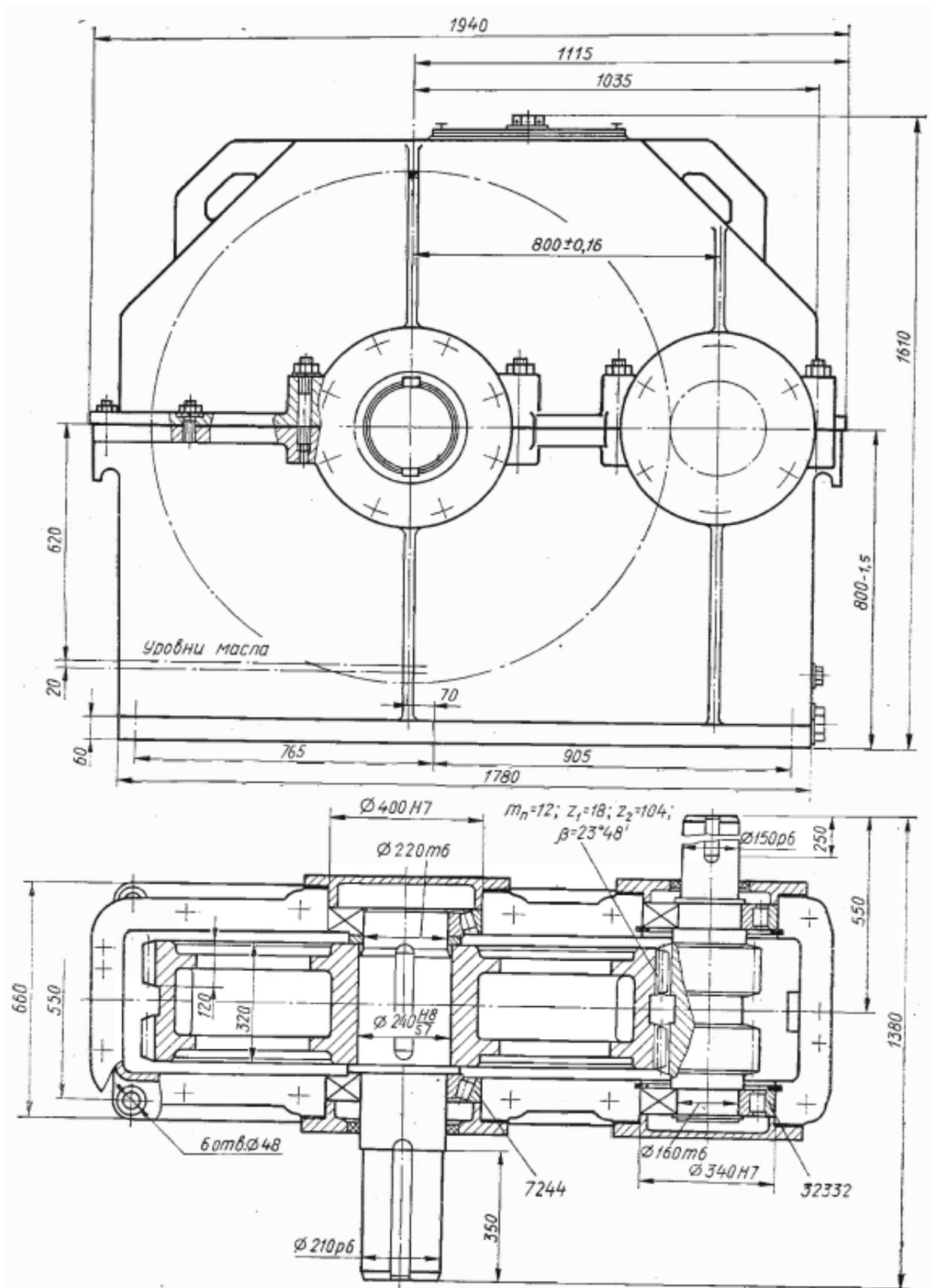


Рисунок 5.4 - Редуктор с шевронной передачей и плавающим быстроходным валом

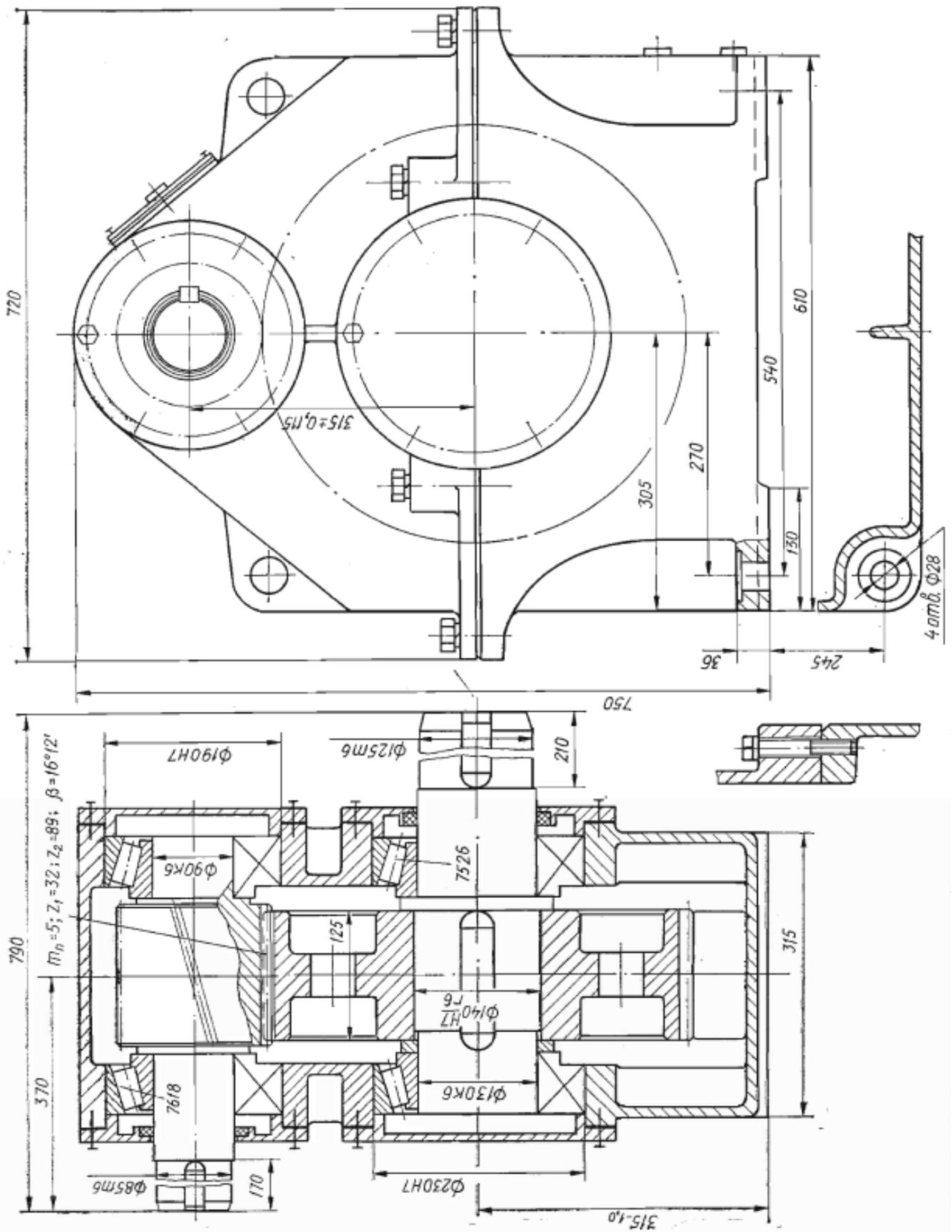


Рисунок 5.6 - Редуктор с верхним расположением шестерни

5.3 Редукторы с червячной передачей

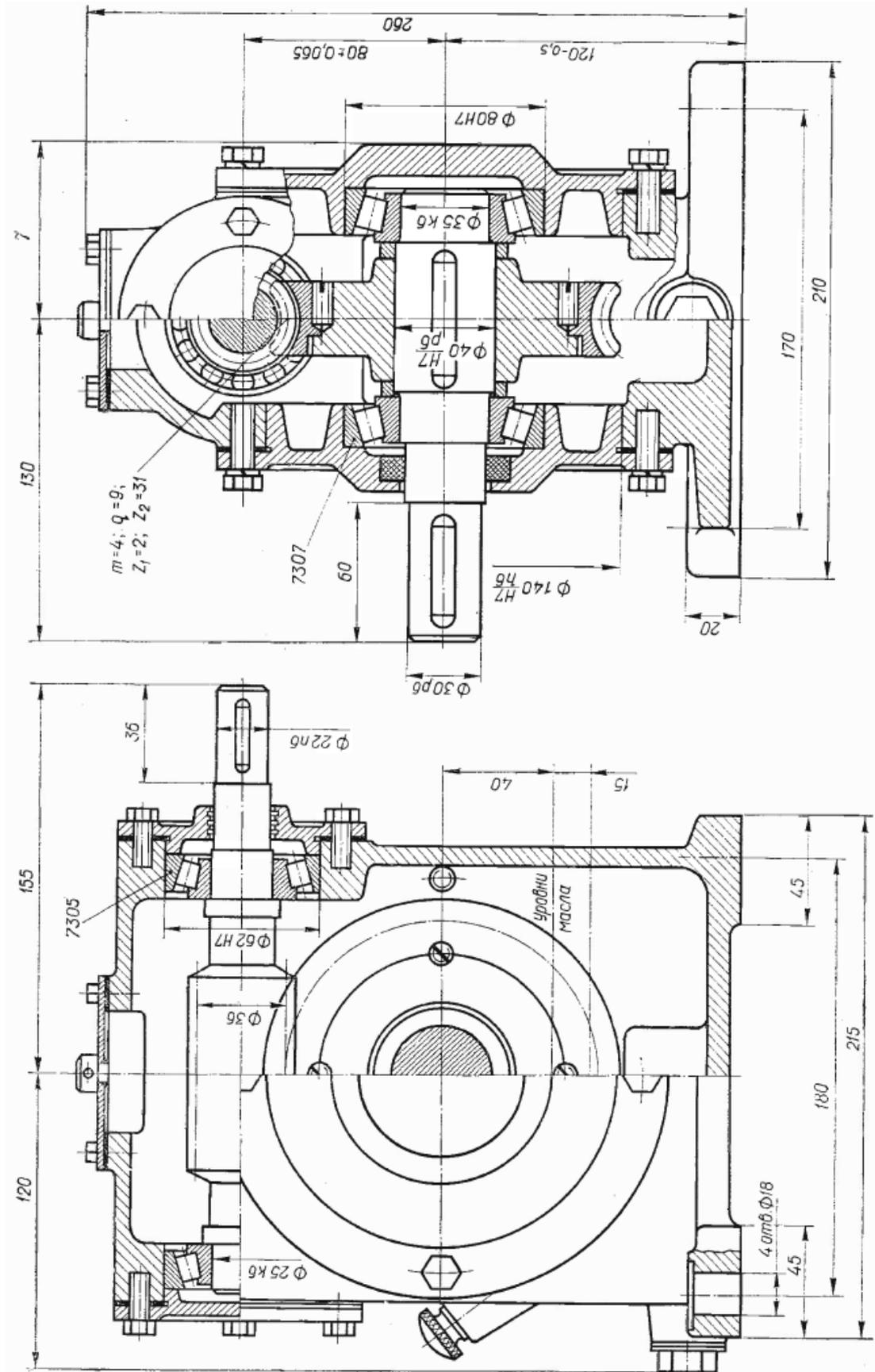


Рисунок 5.7 - Редуктор с неразъемным корпусом

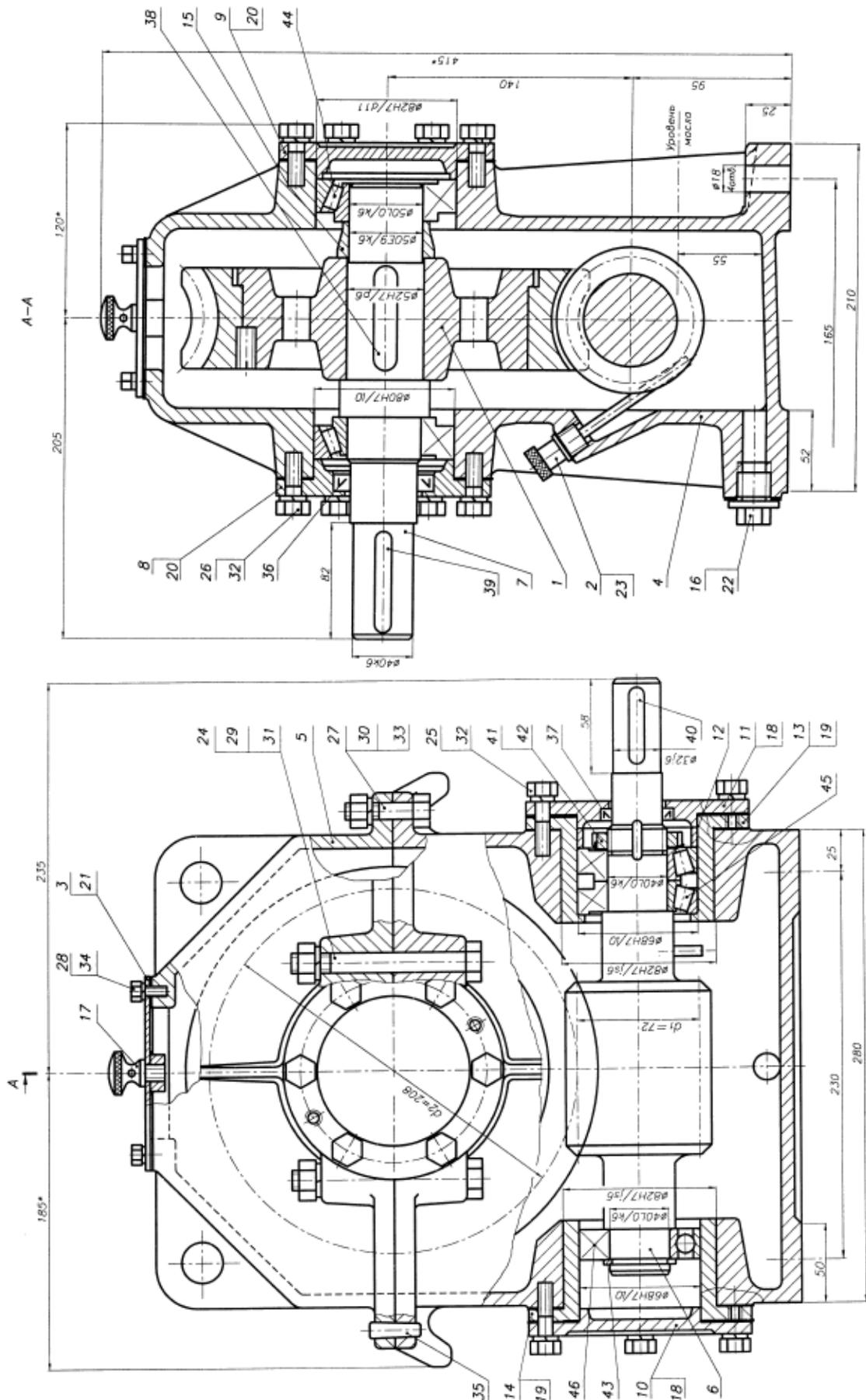
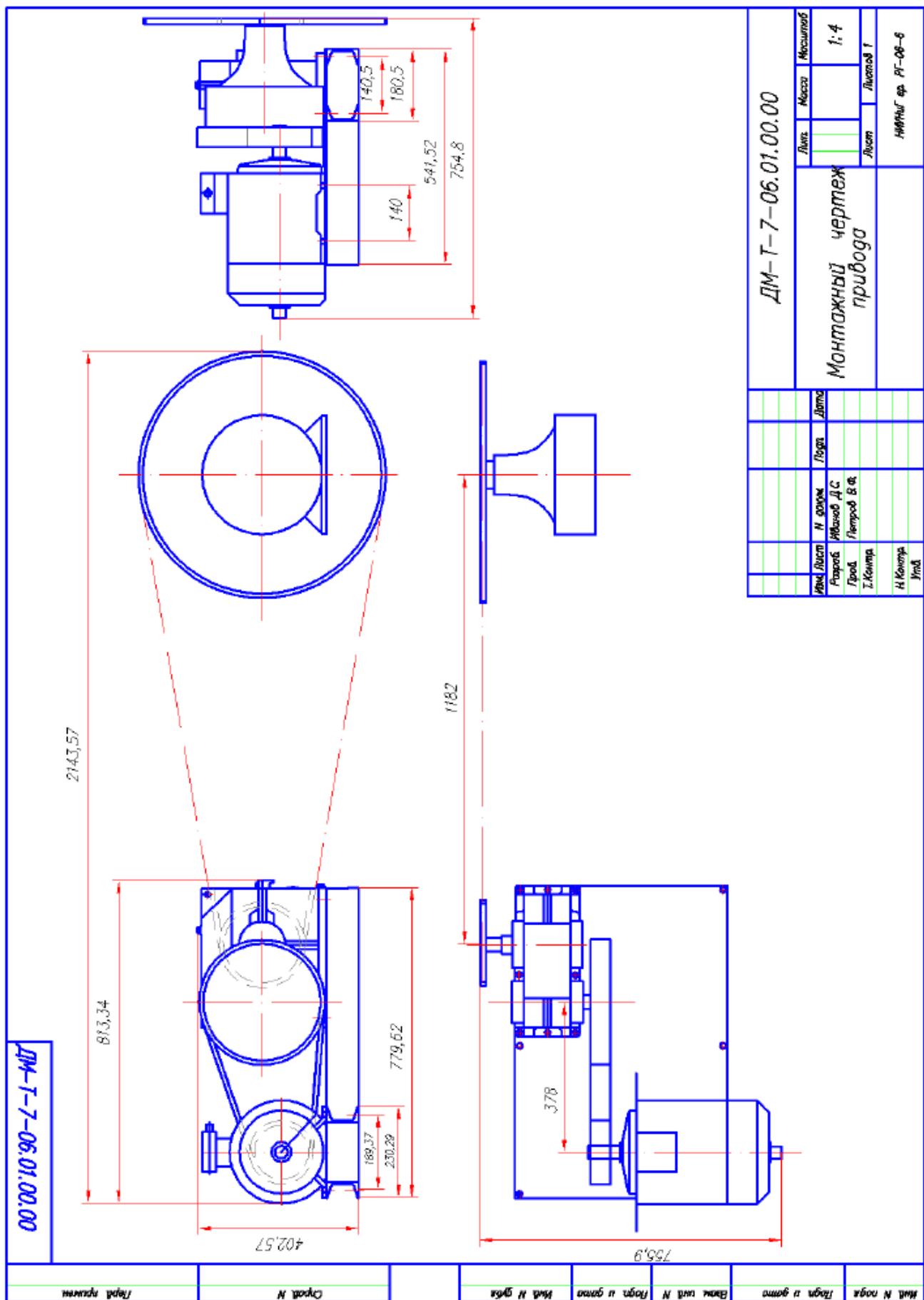


Рисунок 5.9 - Редуктор с разъемным корпусом (установка подшипников червяка по схеме «жесткая – плавающая» опоры)

5.4 Пример монтажного чертежа привода



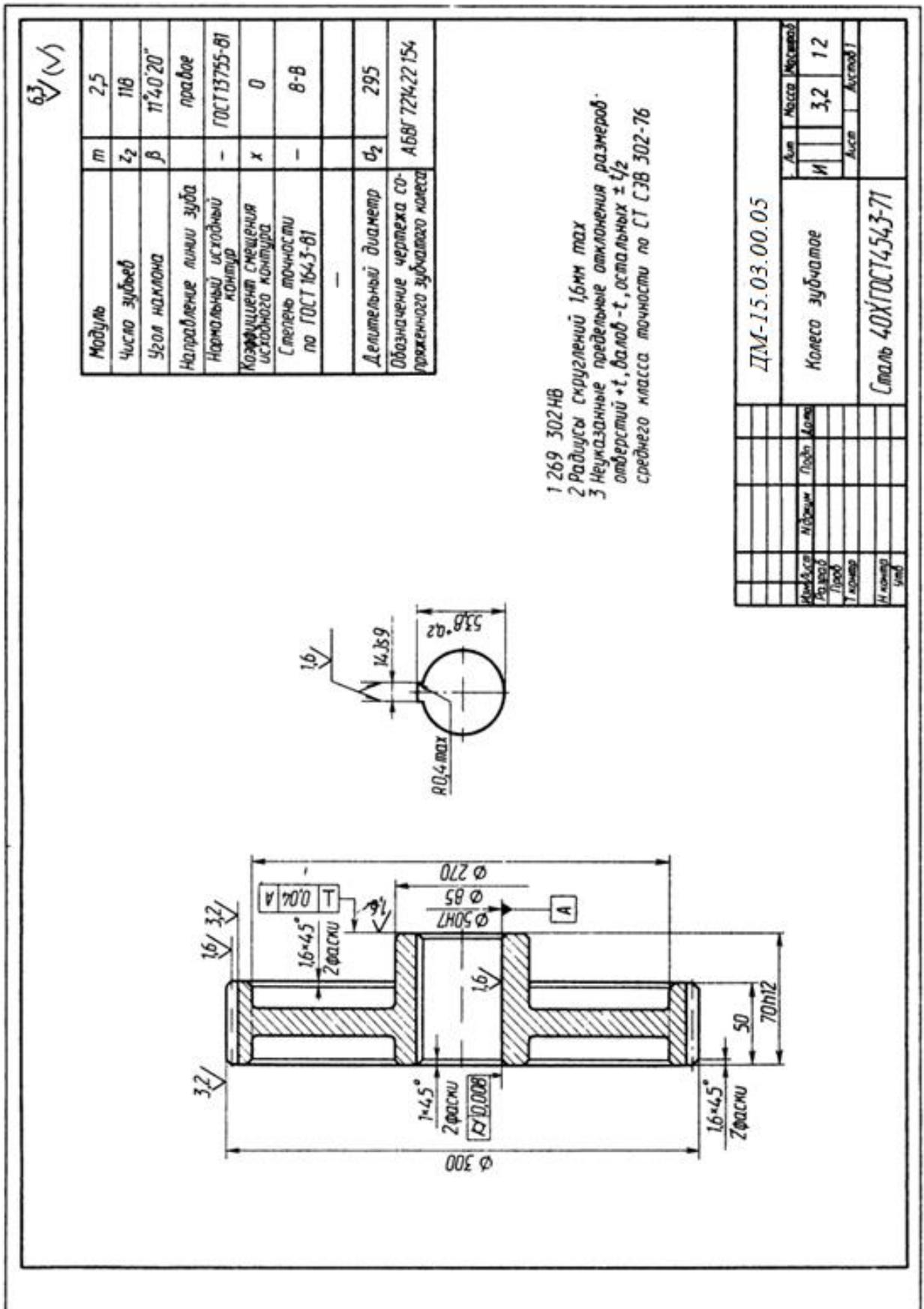
5.5 Пример спецификации на сборочный чертеж

5.6

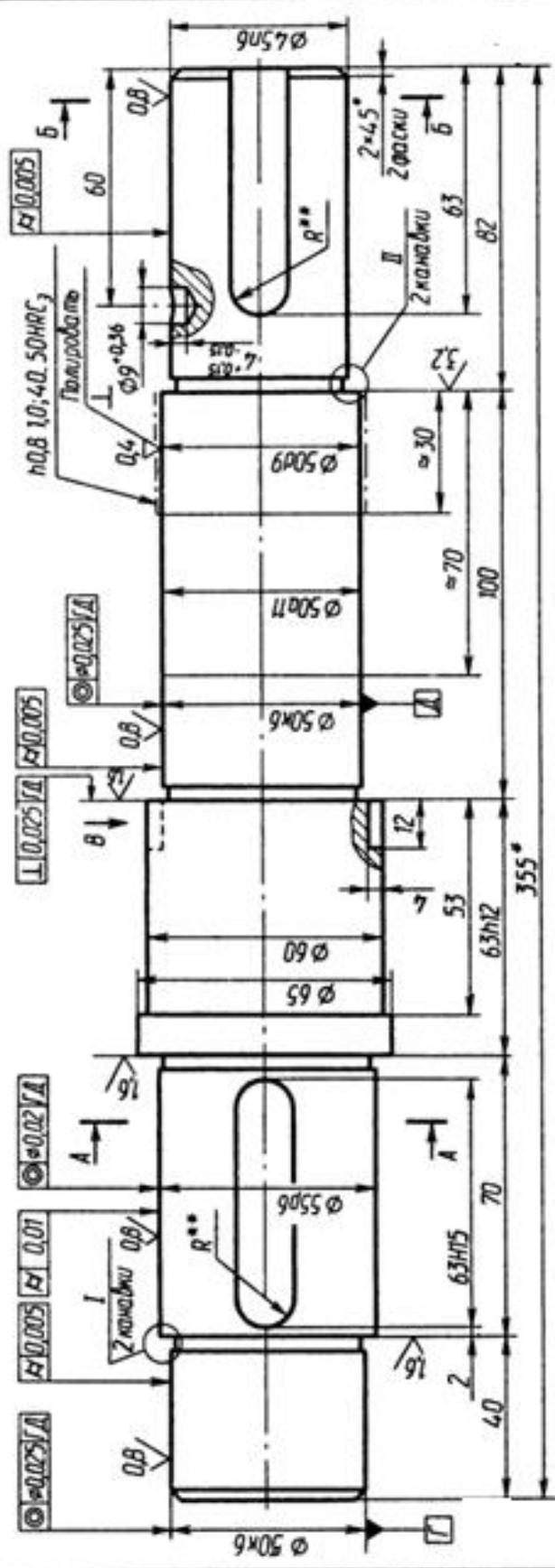
The diagram shows a technical drawing of a specification table. The table is rectangular with a total width of 210 and a total height of 297. The table is divided into several sections:

- Header Section:** Located at the top, it contains columns for 'Формат' (Format), 'Зона' (Zone), 'Поз.' (Position), 'Обозначение' (Designation), 'Наименование' (Name), 'Кол.' (Quantity), and 'Примечание' (Remarks). The height of this section is 15, with a sub-section of 8. The width of the 'Обозначение' column is 70, and the width of the 'Наименование' column is 63.
- Table Body:** The main body of the table consists of multiple rows and columns. The width of the 'Обозначение' column is 70, and the width of the 'Наименование' column is 63. The width of the 'Кол.' column is 10, and the width of the 'Примечание' column is 22. The height of each row is 20.
- Form Label:** A label 'Форма спецификации (заглавный лист)' is placed in the middle of the table.
- Standard Reference:** A vertical label 'Дополнительные графы по ГОСТ 2.104-68' is located on the left side of the table.
- Title Block:** A label 'Основная надпись по ГОСТ 2.104-68 (форма 2)' is located at the bottom of the table.
- Footer:** A label 'Копировал: Формат: 11 5' is located at the bottom right of the table.

5.6 Примеры рабочих чертежей деталей и узлов редуктора

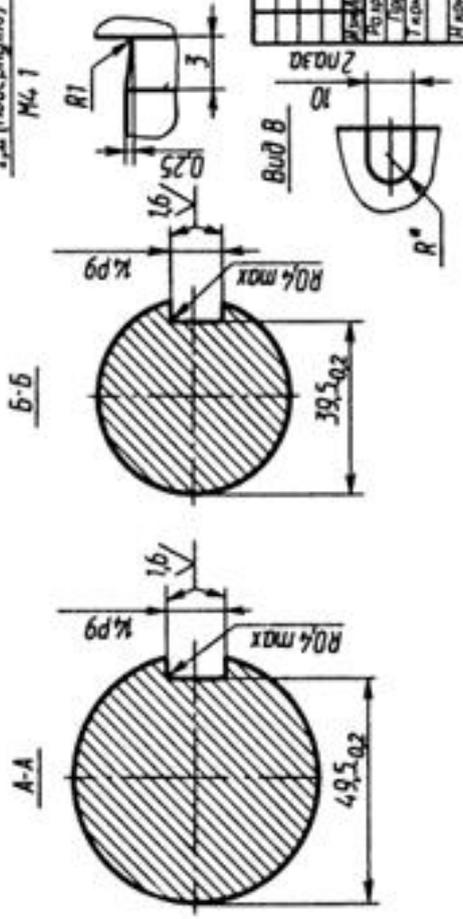


2.5



I, II (повернуто)
М4 1

- 1 260 285HB, кроме места, указанного осью
- 2* Размер для справок
- 3** Размер обгладч углов
- 4 Неуказанные предельные отклонения размеров валов-т, остальных ± 1/2 среднего класса точности по СТ СЭВ 302-76



ИМ-15.03.01.14		Лист	Листов
Вал тихоходный		И	62 11
Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Лист	Листов

6 СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 6.1 - Нормальные линейные размеры, мм

3,2	5,6	10	18	32	56	100	180	320	560
3,4	6,0	10,5	19	34/35	60/62	105	190	340	600
3,6	6,3	11	20	36	63/65	110	200	360	630
3,8	6,7	11,5	21	38	67/70	120	210	380	670
4,0	7,1	12	22	40	71/72	125	220	400	710
4,2	7,5	13	24	42	75	130	240	420	750
4,5	8,0	14	25	45/47	80	140	250	450	800
4,8	8,5	15	26	48	85	150	260	480	850
5,0	9,0	16	28	50/52	90	160	280	500	900
5,3	9,5	17	30	53/55	95	170	300	530	950

Примечание. Под косой чертой приведены размеры посадочных мест для подшипников качения.

6.1 ФОРМАТЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для выполнения чертежей используются следующие основные форматы (рисунок 6.1):

A1 – 594 x 841;

A2 – 420 x 594;

A3 – 297 x 420;

A4 – 210 x 297 (только вертикальное расположение).

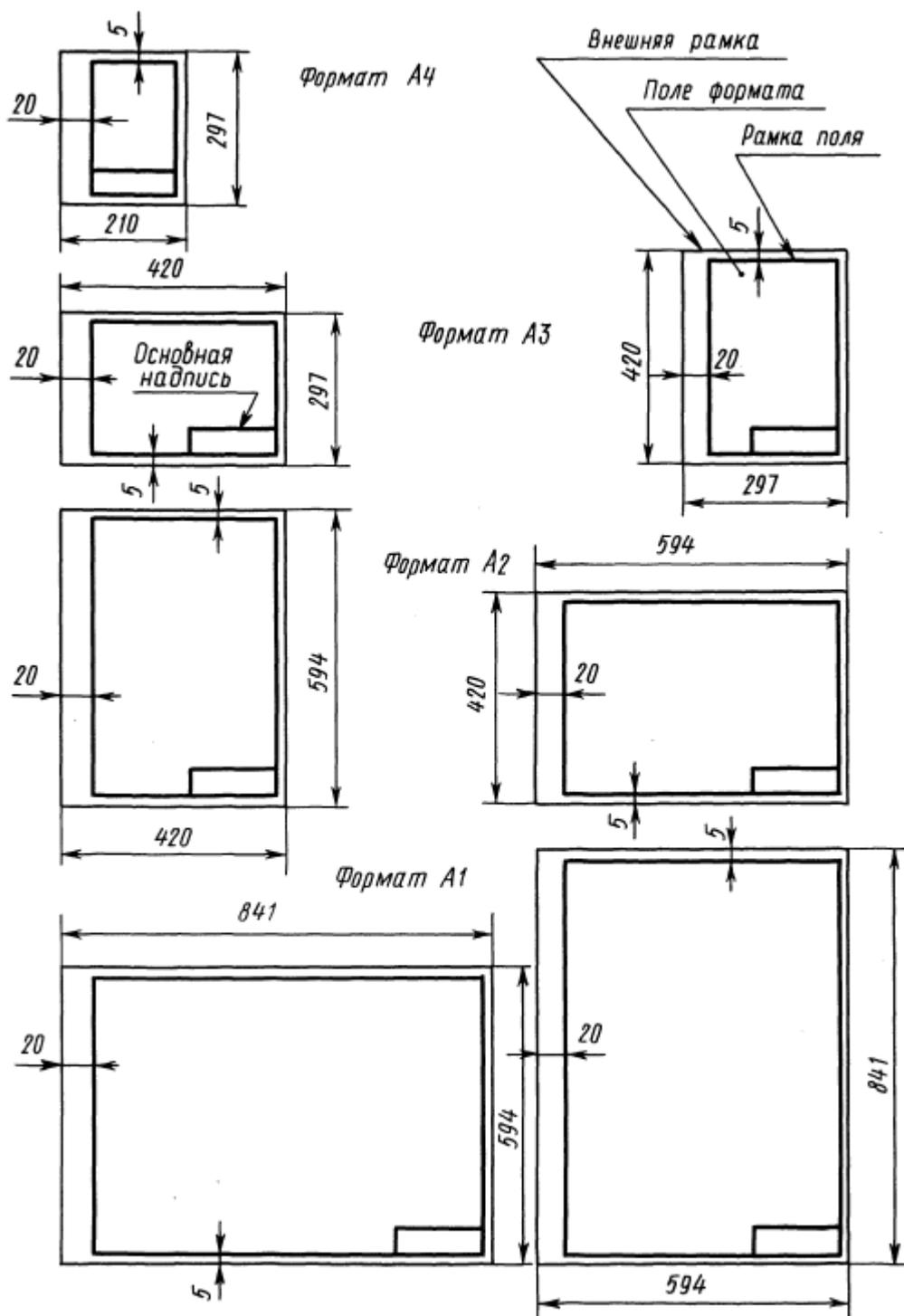


Рисунок 6.1 – Форматы листов конструкторской документации

6.2 СКЛАДЫВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ (ГОСТ 2.501—88).

Чертеж общего вида редуктора и чертеж общего вида привода, рабочие чертежи, схемы и т. п. складываются «гармоникой».

а) листы складывают изображением наружу («налицо») так, чтобы основная надпись оказалась на верхней лицевой стороне сложенного листа в его правом нижнем углу;

б) листы в сложенном виде должны быть формата А4 (210x297);

в) листы чертежей всех форматов следует складывать сначала вдоль линий, перпендикулярных основной надписи, а затем вдоль линий, параллельных ей, в последовательности, указанной цифрами на линиях сгибов (рисунок 6.2);

г) сборочный чертеж редуктора складывают только после защиты проекта;

д) отверстия для брошюровки пробивают с левой стороны листа.

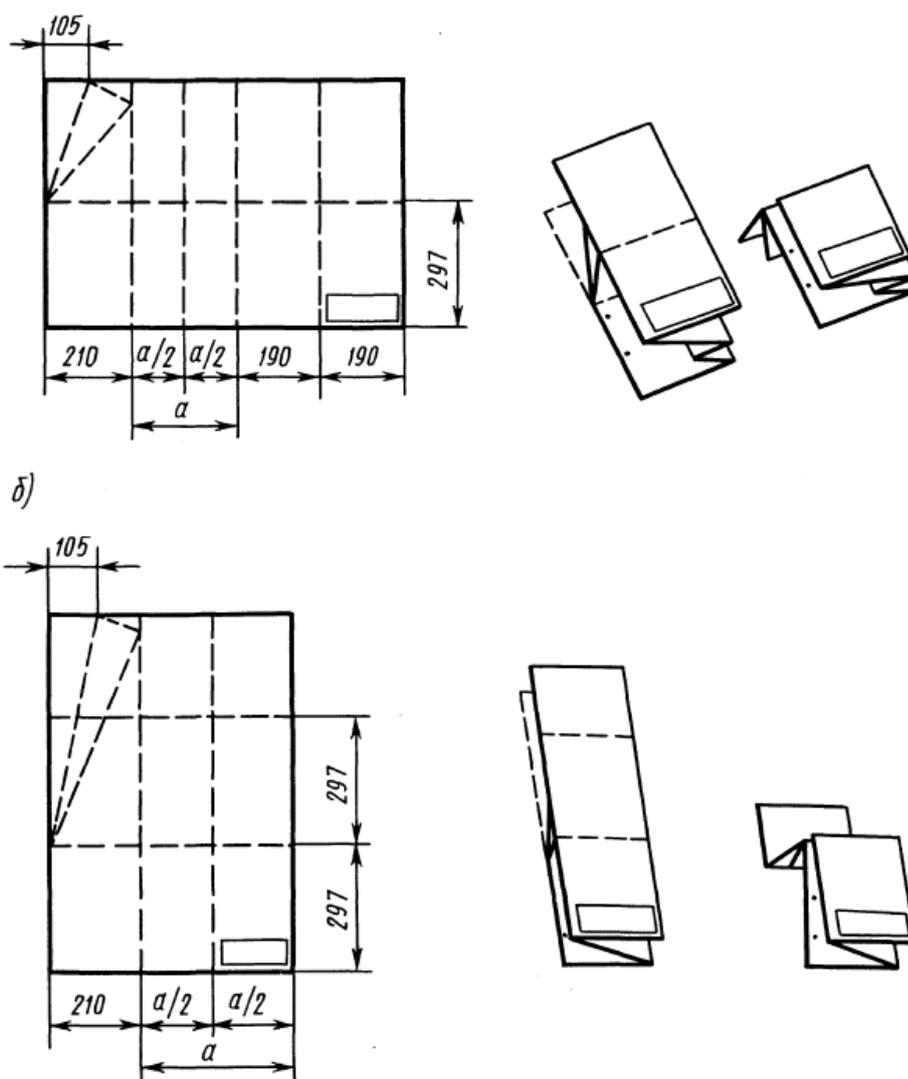


Рисунок 6.2 - Складывание листа формата А1 для брошюрования:

a - горизонтального;

$б$ - вертикального (форматы А2 и А3 складываются аналогично)

6.3 ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ

Для всех видов чертежей установлена основная надпись в соответствии с ГОСТ 2. 104 - 68, которая с учетом специфики учебного процесса, имеет вид (рисунок 6.3).

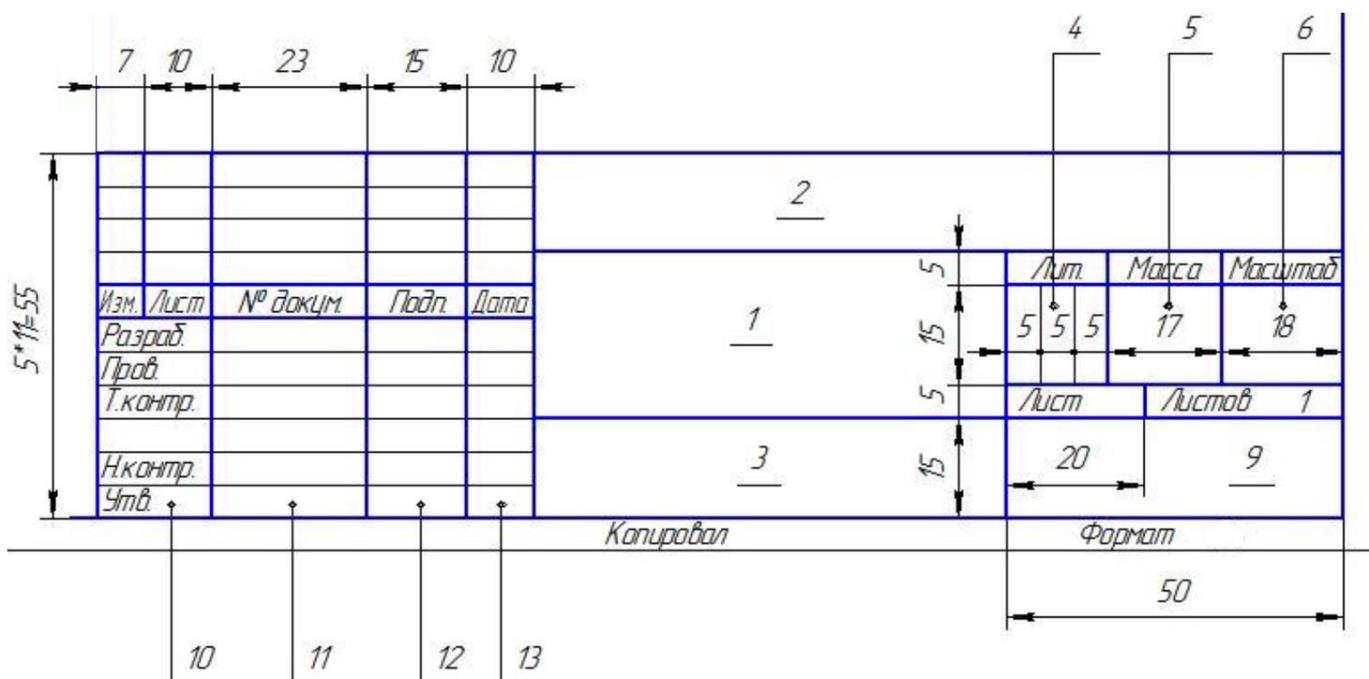


Рисунок 6.3 – Основная надпись для первого листа чертежа

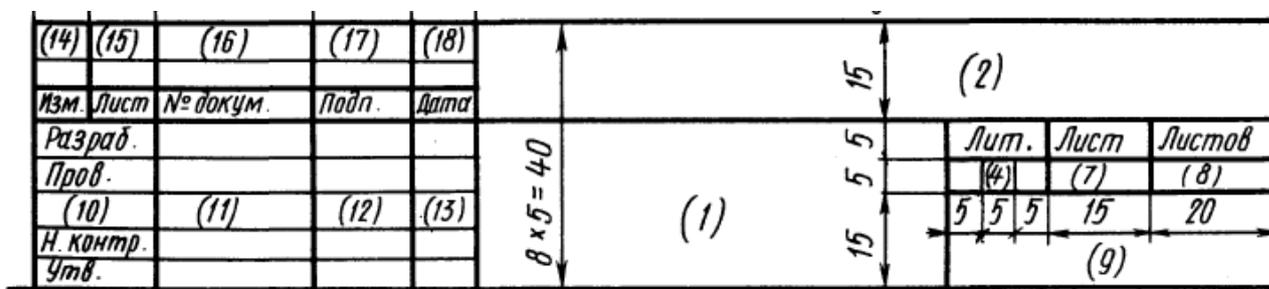


Рисунок 6.4 – Основная надпись для первого листа текстовых документов

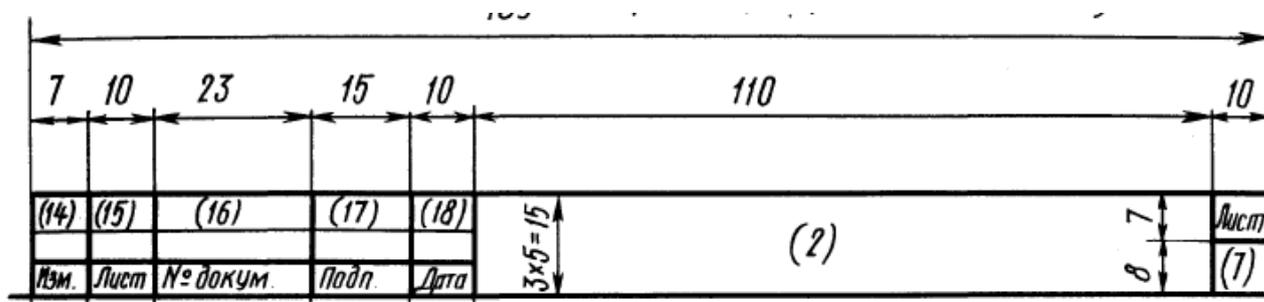


Рисунок 6.5 – Основная надпись для последующих листов чертежей и текстовых документов

Содержание и примеры заполнения граф основной надписи даны в таблице 6.2 .

Таблица 6.2 - Содержание граф основной надписи

Графа	Содержание	Пример заполнения
1	Наименование изделия в именительном падеже единственного числа, причем существительное ставится на первом месте	Колесо зубчатое
2	Обозначение документа	КП ДМОК.Т-02.10.СБ КП – курсовой проект; ДМОК – детали машин и основы конструирования; РБ1501 – академическая группа; Т-02 – номер задания; 10 – вариант; СБ – вид документа (СБ - сборочный чертеж, РПЗ – расчетно-пояснительная записка) ; Для чертежа детали после номера варианта следующие две цифры обозначают сборочные единицы, последующие две цифры – номер позиции сборочного чертежа представленной на чертеже детали.
3	Обозначение материала детали с указанием номера стандарта на материал (для сборочного чертежа не заполняется)	40Х ГОСТ 4543 - 71
4	Литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103 – 2013 ЕСКД	Для расчетно-графических работ - У
5	Масса изделия, кг	20
6	Масштаб чертежа	1:2,5
7	Порядковый номер листа	15
8	Общее количество листов документа.	27
9	Сокращенное название университета и группы	РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, РН-15-1
10	Характер работы, выполняемой лицом,	Разработал

	подписывающим документ	
11	Фамилии лиц, подписавших документ	Иванов И.И.
12	Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11	-
13	Даты	27.05.2016
14	Дополнительная графа. Располагается в верхнем левом углу и записывается в повернутом на 180 ° виде.	КП ДМОК.Т-02.10.СБ

6.4 ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА.

Текстовая часть рабочего чертежа необходима для лучшего понимания изображения детали и точного ее изготовления.

Текстовая часть рабочих чертежей содержит технические требования, а для зубчатых, червячных колес, валов-шестерней и червяков еще и таблицу параметров зацепления.

Технические требования располагают над основной надписью (рис.6.6), а при недостатке места – левее основной надписи и записывают в следующем порядке:

- 1 Требования к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (... НВ, ...HRC);
- 2 Указания о размерах (размеры для справок, радиусы закруглений и т.д.);
- 3 Неуказанные предельные отклонения размеров (охватывающих + t , охватываемых - t , прочих $\pm t/2$) среднего класса точности по ГОСТ 25670—83 (см. табл. 7.3)
- 4 Допуски формы и взаимного расположения поверхностей, на которые в ГОСТ 2. 308-79 нет условных графических знаков;
- 5 Требования к качеству поверхности (указания об отделке, покрытии, шероховатости).

Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях, обязательно указывают единицы измерения.

Заголовок «Технические требования не пишут»



Рисунок 6.6 – Расположение технических требований на чертеже

Таблица 6.3 - Значения допусков t (ГОСТ 25670—83), мм

Класс точности	Интервалы размеров, мм					
	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 30	св. 30 до 120	св. 130 до 315	св. 315 до 1000
Точный	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
Средний	0,2	0,2	0,4	0,6	1,0	1,6
Грубый	0,3	0,4	1,0	1,6	2,4	4,0
Очень грубый	0,3	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0

Примеры оформления рабочих чертежей см. раздел 5.6.

Таблицу параметров зацепления (рисунок 6.7) располагают в правой верхней части формата чертежа, и технические требования, которые помещают между таблицей параметров и основной надписью или слева от нее.

Модуль	m
Число зубьев	z
Угол наклона лин.зуб.	β
Направл. линии зуб.	—
Норм.исх.контур	ГОСТ 13755—81
Козф.смещения	x
Степень точн.	—
Дл.общ.норм.на зуб.	W
Делит.диаметр	d
Сопряж.	№ рис.
зуб.кол.	Числ.зуб.
Межос.расстоян.	a_w
	10 35
	110

Рисунок 6.7 – Таблица параметров зубчатых (червячных) колес

Таблица содержит сведения о параметрах зубчатого венца или витка червяка. Она состоит из трех частей, разделенных сплошными основными линиями. В первой части таблицы приводят данные для нарезания зубьев колес или витков червяка, во второй — данные для контроля (в учебных проектах эту часть таблицы не заполняют), в третьей - справочные данные.

Для цилиндрических колес в первой части таблицы приводят: модуль m ; число зубьев z ; угол наклона β , направление линии зуба — правое, левое; нормальный исходный контур со ссылкой на ГОСТ 13755—81; коэффициент смещения x ; вид сопряжения и степень точности по ГОСТ 1643-81.

В третьей части таблицы приводят делительный диаметр d и обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса.

Для червяков в первой части таблицы приводят: модуль m ; число витков z ; вид червяка: архимедов — ZA, эвольвентный — Z1, конволютный — ZK; делительный угол подъема линии витка γ ; направление линии витка (в проектируемых передачах — правое); исходный червяк со ссылкой на ГОСТ 19036—81; степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора по стандарту и номер стандарта (ГОСТ 3675-81).

В третьей части таблицы приводят: делительный диаметр червяка и обозначение чертежа сопряженного колеса.

Для червячных колес в первой части таблицы приводят: модуль m ; число зубьев z_2 ; направление линии зуба (в проектируемых передачах - правое); коэффициент смещения червяка x ; исходный производящий червяк со

ссылкой на ГОСТ 19036-81; степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора по стандарту и номер стандарта (ГОСТ 3675-81).

В третьей части таблицы приводят: межосевое расстояние a_w ; делительный диаметр колеса d_2 ; вид сопряженного червяка; число витков сопряженного червяка z ; обозначение чертежа сопряженного червяка.

6.5 ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.309-73.

В обозначении шероховатостей применяют один из знаков, изображенных на рисунке 6.8.

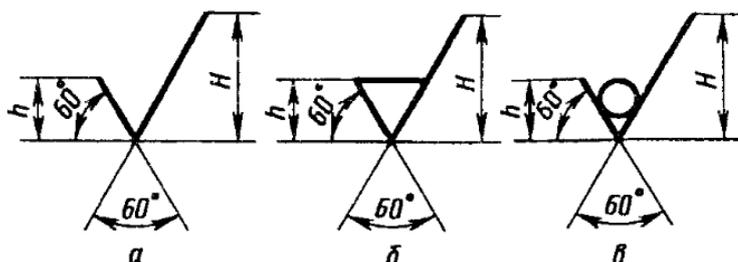


Рисунок 6.8 – Знаки шероховатости

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел (обычно $h=3,5$ мм). Высота H равна $(1,5...3) h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак ∇ (рис. 6.8 а).

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак ∇ (рис. 6.8 б).

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак ∇ (рис. 6.8 в) с указанием параметра шероховатости. Поверхность детали, изготавливаемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком ∇ без указания параметра шероховатости.

В обозначении шероховатости поверхности, когда необходимо указать конкретный вид обработки поверхности, применяют знак ∇ (рис.6.9).

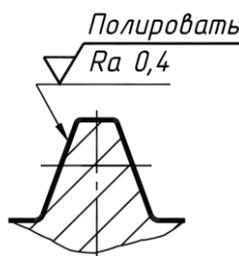


Рисунок 6.9 - Пример обозначения шероховатости

Обозначение преобладающей шероховатости, обычно наиболее грубой, показывают в правом верхнем углу поля чертежа (рис.6.10). В скобках ставится знак, который означает, что все остальные поверхности, кроме обозначенных на чертеже, имеют шероховатость, указанную перед скобкой.

Толщина линий и высота знака, заключенного в скобки, такая же, как в изображении на чертеже, а перед скобкой — в 1,5 раза больше.

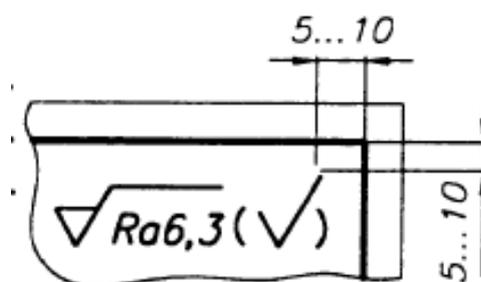


Рисунок 6.10 - Обозначение преобладающей шероховатости

6.5.1 Шероховатость поверхностей вала

В соответствии с ГОСТ 2789-73, в машиностроении наиболее часто применяют следующие параметры шероховатостей:

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;

Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм.

Параметр Ra является более предпочтительным

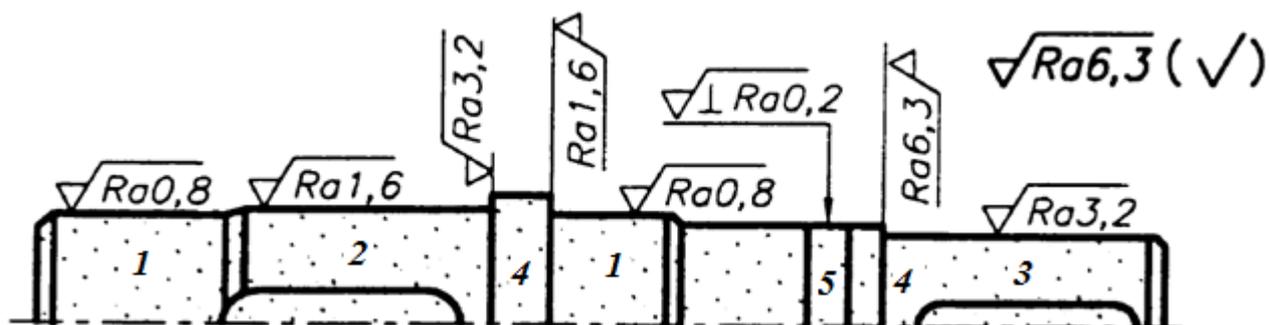


Рисунок 6.11 - Обозначение шероховатости вала

На рисунке 6.11 указаны следующие характерные поверхности вала:

I – поверхность установки подшипников в соответствии с ГОСТ 3325-85

2 – поверхность установки ступиц колес зубчатых передач

- для $d \leq 80$ мм - Ra 1,6;

- для $d > 80$ мм - Ra 3,2

3 – поверхность установки ступиц колес незубчатых передач, муфт и т.д.

- для $d \leq 80$ мм - Ra 3,2;

- для $d > 80$ мм - Ra 6,3

4 – торцевые поверхности заплечиков вала для установки подшипников качения, ступиц колес, муфт и т.д. – на класс ниже шероховатости поверхностей установки этих деталей в соответствии с п.1-3

5 – поверхности вала под уплотнением должна быть закаленной до твердости HRC 40 и иметь шероховатость:

- при манжетах резиновых - Ra 0,1...0,2;

- при войлочных уплотнениях:

для $V \leq 4$ м/с - Ra 1,6;

для $V \leq 6$ м/с - Ra 0,8.

Допуск вала под уплотнение должен соответствовать h11.

6 – другие необозначенные поверхности Ra 6,3...12,5.

Посадочные поверхности	Класс точности подшипника	Параметр шероховатости Ra мкм для диаметров подшипников	
		до 80 мм	св.80 д 500 мм
Валов	0	1,6	3,2
	6 и 5	0,8	1,6

6.5.2 Шероховатость поверхностей цилиндрического колеса

Степень точности зубчатых передач выбирается при расчете зубчатых колес (см. табл.3.7, [8])

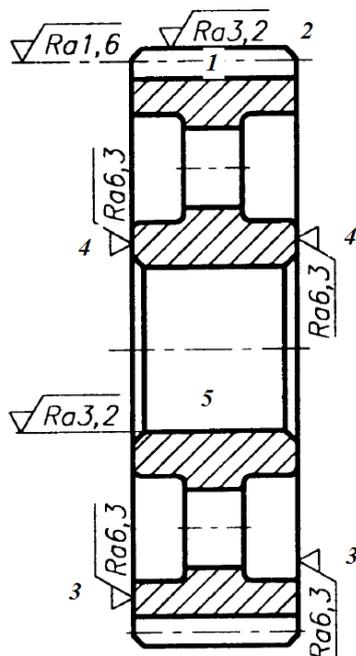


Рисунок 6.12 - Обозначение шероховатости зубчатого колеса

На рисунке 6.12 указаны следующие характерные поверхности зубчатого колеса:

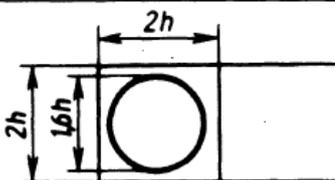
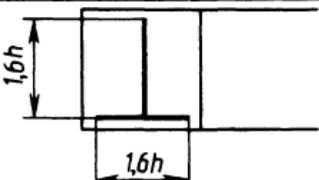
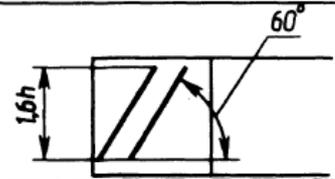
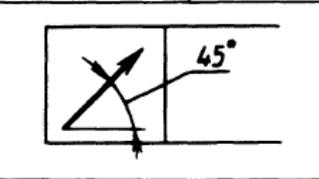
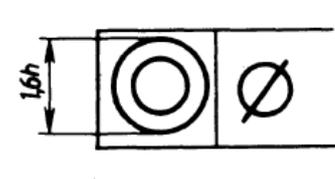
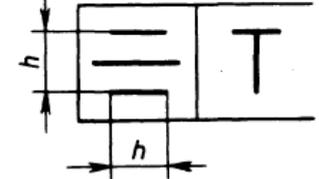
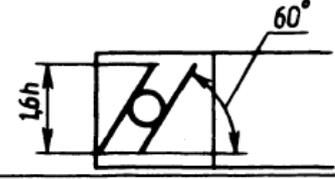
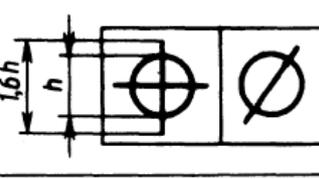
Параметр шероховатости Ra , мкм	Степень точности зубчатого колеса			
	6	7	8	9
1 – рабочая поверхность зубьев	0,8	0,8...1,6	1,6...3,2	3,2...6,3
2 – диаметр вершин зубьев	1,6	1,6...3,2	3,2...6,3	6,3...12,5
3 – боковая базовая поверхность венца	1,6	1,6	3,2	3,2...6,3
4 – боковая поверхность ступицы	1,6	3,2	3,2	6,3
5 – поверхность ступицы, сопряженная с валом	- для $d \leq 80$ мм - Ra 1,6...3,2; - для $d > 80$ мм - Ra 3,2...6,3			
6 – другие необозначенные поверхности	Ra 6,3...12,5			

6.6 ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Погрешности формы и расположения поверхностей возникают при обработке деталей вследствие деформаций оборудования, инструмента и деталей, неоднородности материала заготовки и других причин.

Допуски форм и расположения поверхностей указываются на чертеже условными обозначениями в виде рамки, разделенной на две или 3 части. В первой части размещают графический знак допуска (табл.6.4), во второй – его числовое обозначение, в третьей – обозначение базы, относительно которой задан допуск (рис.6.13). Высоту h принимают равной высоте размерных чисел на чертеже.

Таблица 6.4 - Условные знаки допусков формы и расположения

Допуск	Знак	Допуск	Знак
Круглости		Перпендикулярности	
Цилиндричности		Радиального биения	
Соосности		Симметричности	
Параллельности		Позиционный	

Примечание - знак \emptyset означает, что допуск задан в диаметральном выражении

В соответствии с ГОСТ 2.308-79 установлены следующие правила нанесения на чертежах условных обозначений баз, допусков формы и расположения (табл.6.5).

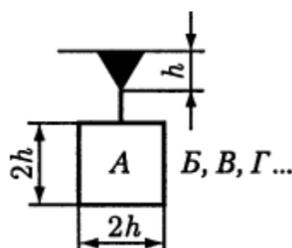
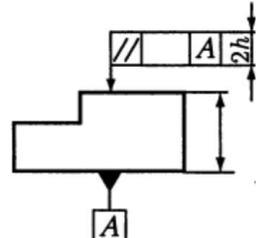
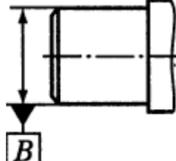
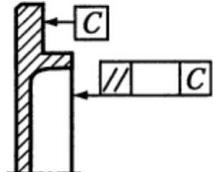
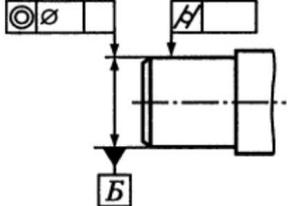
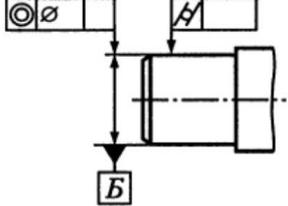


Рисунок 6.13 - Обозначение базы

Таблица 6.5 - Условные обозначения баз, допусков формы и расположения

<p>– если базой является поверхность, то зачерненный треугольник располагают на достаточном расстоянии от конца размерной линии;</p>	
<p>– если базой является ось или плоскость симметрии, то зачерненный треугольник располагают в конце размерной линии;</p>	
<p>– если нет необходимости назначать базу, вместо зачерненного треугольника применяют стрелку;</p>	
<p>– если допуск относят к поверхности, то стрелку соединительной линии располагают на достаточном удалении от конца размерной линии (пример – обозначение допуска цилиндричности)</p>	
<p>– если допуск относят к оси или плоскости симметрии, то конец соединительной линии должен совпадать с продолжением размерной линии (пример – обозначение допуска соосности)</p>	

6.6.1 Допуски формы и расположения поверхностей валов

Вал в работающем узле вращается в подшипниках, поэтому его рабочей осью является общая ось АБ (рис.6.14). Вследствие неизбежных погрешностей общая ось не совпадает с осью вращения вала при его изготовлении.

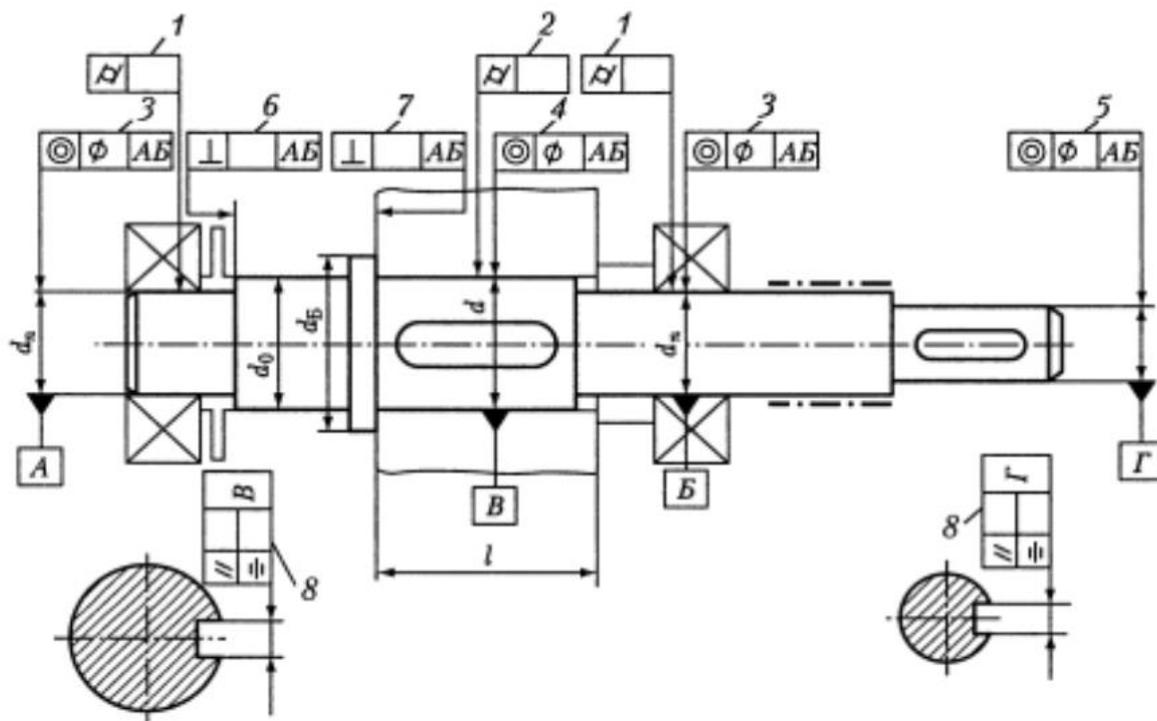


Рисунок 6.14 - Допуски формы и расположения поверхностей вала

Назначение допусков формы или расположения поверхностей на рисунке 6.14 следующее:

1 – допуск цилиндричности посадочных поверхностей подшипников качения (задают, чтобы ограничить отклонения геометрической формы этих поверхностей и тем самым ограничить отклонения от геометрической формы дорожек качения колец подшипников);

2 – допуск цилиндричности посадочных поверхностей валов в местах установки на них с натягом зубчатых колес (задают, чтобы ограничить концентрацию давлений);

3 – допуск соосности посадочных поверхностей для подшипников качения относительно их общей оси (задают, чтобы ограничить перекосящие моменты подшипников качения);

4 – допуск соосности посадочной поверхности для зубчатого колеса (задают чтобы обеспечить нормы кинематической точности и нормы контакта зубчатых передач);

5 – допуск соосности посадочной поверхности для полумуфты, шкива, звездочки (задают чтобы снизить дисбаланс вала деталей, установленных на этой поверхности. задают при частоте вала более 1000 об/мин);

6 – допуск перпендикулярности базового торца вала (задают чтобы уменьшить перекося колец подшипников и искажения геометрической формы дорожки качения внутреннего кольца подшипника);

7 – допуск перпендикулярности базового торца вала (задают только при установке на вал узких зубчатых колес $l/d < 0,7$ для обеспечения выполнения норм контакта зубьев в передаче);

8 – допуск симметричности и параллельности шпоночного паза (задают для обеспечения возможности сборки вала с устанавливаемой на нем деталью и равномерного контакта поверхностей шпонки и вала).

Таблица 6.6 - Расчет значений допусков форм и расположений поверхностей

Позиция на рис.6.14	Допуск
1, 2	$T_{\alpha} \approx 0,5 t$, где t – допуск размера поверхности по табл.6.7
3	T_{\odot} по табл. 6.8 в зависимости от типа подшипника
4	T_{\odot} на диаметре d по табл. 6.9 в зависимости от степени точности допуска по табл. 7.10
5	$T_{\odot} \approx 60/n$ для $n > 1000$ об/мин; допуск в мм
6	T_{\perp} на диаметре d_0 по табл. 6.11 в зависимости от степени точности допуска при базировании подшипников: шариковых – 8 ; роликовых – 7.
7	T_{\perp} на диаметре d_B при $l/d < 0,7$ по табл. 6.11 в зависимости от степени точности допуска по табл. 6.12
8	$T_{//} \approx 0,5 t_{\text{шп}}$; $T_{\equiv} \approx 2 t_{\text{шп}}$, где $t_{\text{шп}}$ – допуск ширины шпоночного паза

Таблица 6.7 – Значения допусков, мкм, по ГОСТ 25346-89

Интервал размеров, мм	Квалитет								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3...6	8	12	18	30	48	75	120	180	300
6...10	9	15	22	36	58	90	150	220	360
10...18	11	18	27	43	70	110	180	270	430
18...30	13	21	33	52	84	130	210	330	520
30...50	16	25	39	62	100	160	250	390	620
50...80	19	30	46	74	120	190	300	460	740
80...120	22	35	54	87	140	220	350	540	870
120...180	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
180...250	29	46	72	115	185	290	460	720	1150

**Таблица 6.8 – Допуски соосности посадочных поверхностей
вала $T_{\odot V}$ и корпуса $T_{\odot K}$, мкм, по ГОСТ 3325-85**

Тип подшипника	$T_{\odot V}$	$T_{\odot K}$
Радиальный шариковый однорядный	4	8
Радиально-упорный шариковый однорядный	3	6
Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	1	2
Конический роликовый	1	2

Таблица 6.9 - Допуски соосности по ГОСТ 24643-81

Интервал размеров, мм	Допуск соосности, мкм, при степени точности допуска				
	5	6	7	8	9
18...30	10	16	25	40	69
30...50	12	20	30	50	80
50...120	16	25	40	60	100
120...250	20	30	50	80	120
250...400	25	40	60	100	160

**Таблица 6.10 – Степень точности допусков соосности посадочных
поверхностей для колес зубчатых передач**

Степень кинематической точности передачи	Степень точности допуска соосности при диаметре делительной окружности, мм		
	50..125	125...280	280...560
6	5	5	6
7	6	6	7
8	7	7	8
9	7	8	8

Таблица 6.11 – Допуски перпендикулярности, параллельности по ГОСТ 24643-81

Интервал размеров, мм	Допуски перпендикулярности, параллельности, мкм, при степени точности допуска					
	5	6	7	8	9	10
16...25	4	6	10	16	25	40
25...40	5	8	12	20	30	50
40...63	6	10	16	25	40	60
63...100	8	12	20	30	50	80
100...160	10	16	25	40	60	100
160...250	12	20	30	50	80	120
250...400	16	25	40	60	100	160

Таблица 6.12 – Степень точности допуска перпендикулярности торца буртика (заплевика) вала при установке колес

Тип колес	Степень точности допуска перпендикулярности при степени точности передачи по нормам контакта		
	6	7,8	9
Зубчатые	5	6	7
Червячные	6	7	8

6.6.2 Допуски формы и расположения поверхностей колес

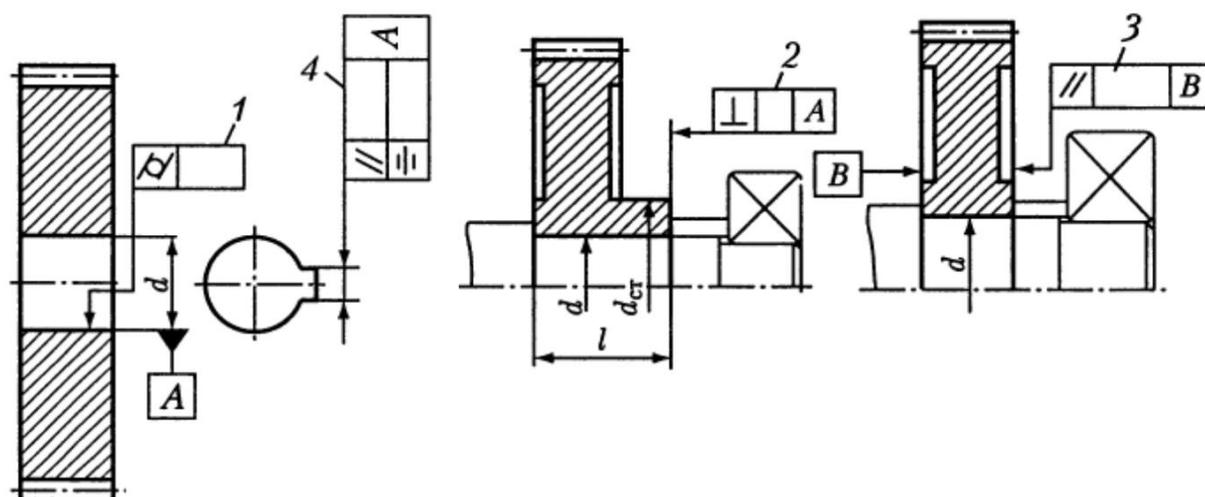


Рисунок 6.15 - Допуски формы и расположения поверхностей колес

Назначение допусков формы или расположения поверхностей (рис.6.15) следующее:

1 – допуск цилиндричности посадочной поверхности (назначают, чтобы ограничить концентрацию контактных давлений);

2 – допуск перпендикулярности торца ступицы (назначают, чтобы создать точную базу для подшипника качения, уменьшить перекося его колец и искажение геометрической формы дорожки качения внутреннего кольца);

3 – допуск параллельности торцов ступицы узких колес (назначают, чтобы создать точную базу для подшипника качения, уменьшить перекося его колец и искажение геометрической формы дорожки качения внутреннего кольца).

Таблица 6.8 - Расчет значений допусков форм и расположений поверхностей

Позиция на рис.	Допуск
1	$T_{\phi} \approx 0,5 t$, где t – допуск размера поверхности по табл.6.6
2	T_{\perp} на диаметре $d_{ст}$ при $l/d \geq 0,7$ по табл. 6.11 в зависимости от степени точности допуска при базировании подшипников: шариковых – 8; роликовых – 7
3	$T_{//}$ на диаметре $d_{ст}$ при $l/d < 0,7$ по табл. 6.11 в зависимости от степени точности допуска при базировании подшипников: шариковых – 7; роликовых – 6
4	$T_{//} \approx 0,5 t_{шп}$; $T_{\equiv} \approx 2 t_{шп}$, где $t_{шп}$ – допуск ширины шпоночного паза

Литература

- 1 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. М.: Машиностроение, 2001.
- 2 Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. — М.: Машиностроение, 2012. — 560с.
- 3 Иванов М.Н., Финогенов В.А.. Детали машин.— 12-е изд. испр. — М.: Высшая школа, 2013. — 408 с.
- 4 Курмаз. Л. В., Скойбеда А.Т. Детали машин. Проектирование: Справочное учебно-методическое пособие.: М.: Высш. шк.. 2011. - 309с.
- 5 Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. — М.: Машиностроение, 2010. — 416с.
- 6 Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. — Калининград: Янтарный сказ, 2011. — 456с.
- 7 Цехнович Л. И., Петриченко И. П. Атлас конструкций редукторов. - Учебное пособие.—2-е изд., перераб. и доп. — К.: Выща шк. 1990.— 151 с.
- 8 Макушкин, С.А., Певнев В.Г., Диденко Е.В. Курсовое проектирование деталей машин. Часть 1. Расчеты деталей машин. Учебно-методическое пособие. — М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2017.— 120 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СОДЕРЖАНИЕ И ЭТАПЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4
1.1 Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки.....	4
1.2 Последовательность работы над проектом	4
2 СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	6
3 ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	7
3.1 Образец титульного листа расчетно-пояснительной записки.....	7
3.2 Образец содержания расчетно-пояснительной записки	8
3.3 Типовые вопросы к защите курсового проекта	8
3.4 Оформление сборочного чертежа редуктора.....	9
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОРПУСА РЕДУКТОРА.....	12
5. ОБРАЗЦЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ РЕДУКТРОВ.....	35
5.1 Редукторы горизонтальные с цилиндрической зубчатой передачей.....	35
5.2 Редукторы вертикальные с цилиндрической зубчатой передачей.....	39
5.3 Редукторы с червячной передачей	41
5.4 Пример монтажного чертежа привода.....	44
5.5 Пример спецификации на сборочный чертеж.....	45
5.6 Примеры рабочих чертежей деталей и узлов редуктора.....	49
6 СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ.....	52
ЛИТЕРАТУРА.....	71