

Установка полумуфт на цилиндрические концы валов с натягом и снятие их вызывают затруднения, которые не возникают при конусных концах. Осевой затяжкой полумуфт на конусные концы валов можно создать значительный натяг в соединении и обеспечить точное радиальное и угловое положение муфты относительно вала. Поэтому при больших нагрузках, работе с толчками, ударами и при реверсивной работе предпочтительно полумуфты устанавливать на конусные концы валов, несмотря на большую сложность их изготовления. При такой установке нельзя упирать полумуфту в буртик вала, так как при этом не может быть гарантирован необходимый натяг (см. рис. 10.20).

б) Осевая фиксация и осевое крепление. Полумуфта должна быть закреплена на конце вала и зафиксирована от осевых смещений. Конструкция полумуфт предусматривает одностороннюю выступающую ступицу; способы и методы закрепления и осевой фиксации полумуфт такие же, как и для элементов открытых передач с односторонней и двусторонней выступающими ступицами (см. 10.6, п. 4, б).

Примеры осевой фиксации и осевого крепления полумуфт: на цилиндрический конец вала — установочным винтом (см. рис. 10.23; А11; табл. К3); концевой шайбой (см. рис. А17; табл. К34); круглой шлицевой гайкой и многолапчатой шайбой (см. рис. А10; табл. К8, К36);

на конический конец вала — гайкой и шайбой с носком (см. рис. 10.20; табл. К7, К37); концевой шайбой (см. рис. 10.17); круглой шлицевой гайкой и многолапчатой шайбой (см. рис. 10.22).

10.8. Смазывание. Смазочные устройства (рис. 10.4, е; 10.5, е; 10.6, е)

Смазывание зубчатых и червячных зацеплений и подшипников применяют в целях защиты от коррозии, снижения коэффициента трения, уменьшения износа, отвода тепла и продуктов износа от трущихся поверхностей, снижения шума и вибраций.

1. Смазывание зубчатого (червячного) зацепления.

а) Способ смазывания. Для редукторов общего назначения применяют непрерывное смазывание жидким маслом картерным непроточным способом (окунанием). Этот способ применяют для зубчатых передач при окружных скоростях от 0,3 до 12,5 м/с; для червячных передач с цилиндрическим червяком смазывание окунанием допустимо до скорости скольжения 10 м/с.

Для открытых зубчатых передач, работающих при окружных скоростях до 4 м/с, обычно применяют периодическое смазывание весьма вязкими маслами или пластичными смаз-

ками, которые наносят на зубья через определенные промежутки времени. В некоторых случаях применяют капельное смазывание из корыта (при $v \leq 1,5$ м/с), наполненного вязким маслом и расположенного под зубчатым колесом.

б) Выбор сорта масла. Зависит от значения расчетного контактного напряжения в зубьях σ_H и фактической окружной скорости колес v (см. 4.1, п. 13; 4.2, п. 13; 4.3, п. 10; табл. 4.5; 4.8; 4.11). Сорт масла выбирается по табл. 10.29.

Таблица 10.29. Рекомендуемые сорта смазочных масел для передач
(ГОСТ 17479.4—87)

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	И-Г-А-68	И-Г-А-46	И-Г-А-32
	Св. 600 до 1000	И-Г-С-100	И-Г-С-68	И-Г-С-46
	Св. 1000	И-Г-С-150	И-Г-С-100	И-Г-С-68
Червячная	До 200	И-Т-Д-220	И-Т-Д-100	И-Т-Д-68
	Св. 200 до 250	И-Т-Д-460	И-Т-Д-220	И-Т-Д-100
	Св. 250	И-Т-Д-680	И-Т-Д-460	И-Т-Д-220

Примечание. Обозначение промышленных масел состоит из четырех знаков, каждый из которых показывает: И — промышленное; второй — принадлежность к группе по назначению (Г — для гидравлических систем, Т — для тяжело нагруженных узлов); третий — 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); четвертый (число) — класс кинематической вязкости:

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

в) Определение количества масла. Для одноступенчатых редукторов при смазывании окунанием объем масляной ванны определяют из расчета 0,4...0,8 л масла на 1 кВт передаваемой мощности (см. табл. 2.5). Меньшие значения принимают для крупных редукторов.

г) Определение уровня масла. В цилиндрических редукторах: при окунании в масляную ванну колеса (см. рис. 10.60; А11) $m \leq h_m \leq 0,25d_2$, где m — модуль зацепления; при нижнем расположении шестерни $h_m = (0,1...0,5)d_1$, при этом $h_{\min} = 2,2m$ — аналогично уровню масла при нижнем расположении червяка (см. рис. 10.61, а). Желательно, чтобы уровень масла проходил

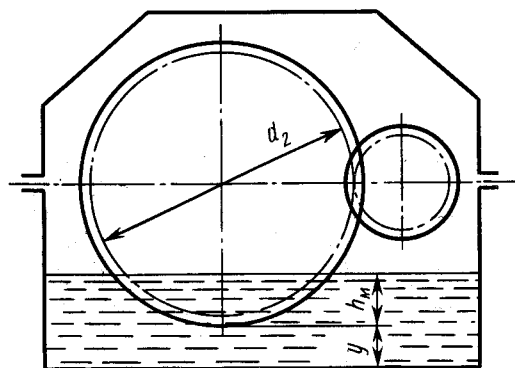


Рис. 10.60. Определение уровня погружения колеса цилиндрического одноступенчатого горизонтального редуктора в масляную ванну

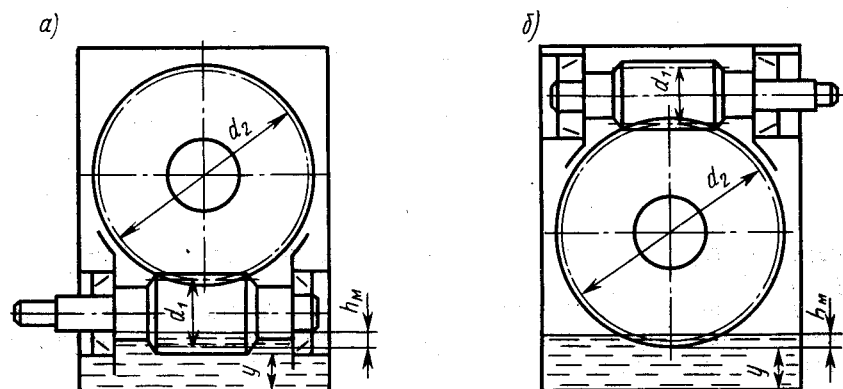


Рис. 10.61. Определение уровня смазывания в червячном одноступенчатом редукторе при расположении червяка: а — нижнем; б — верхнем

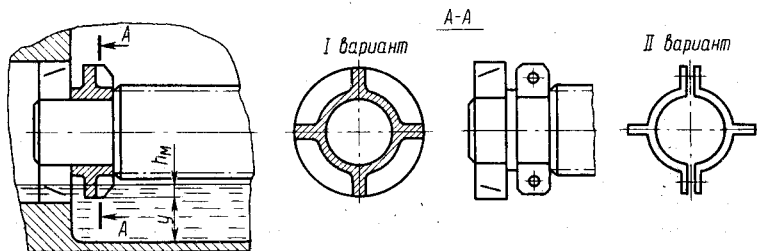


Рис. 10.62. Смазывание зацепления разбрызгивателями

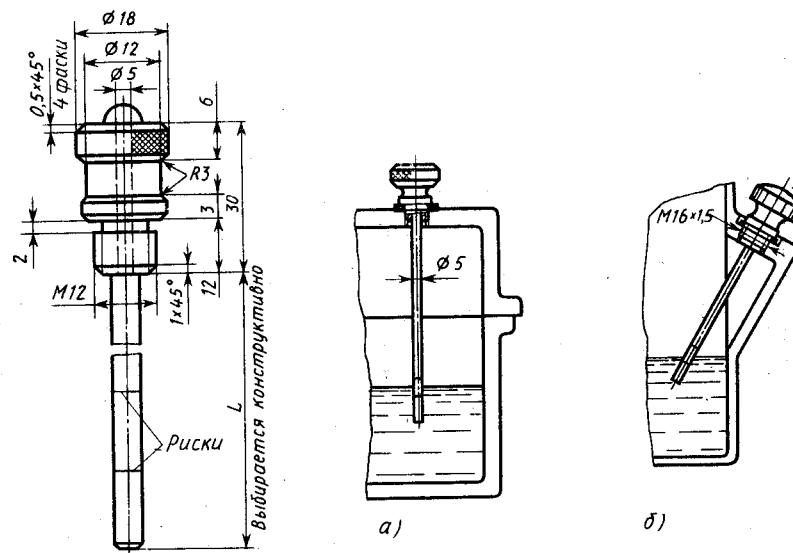


Рис. 10.63. Железный указатель и способы его установки на корпусе: а — в крышке; б — в основании

через центр нижнего тела качения подшипника (шарика или ролика).

В конических редукторах должны быть полностью погружены в масляную ванну зубья конического колеса или шестерни (см. рис. А2, А14, А17).

В червячных редукторах: при окупании в масляную ванну колеса $m \leq h_m \leq 0,25d_2$, где m — модуль зацепления (см. рис. 10.60, б; А6, А10); при нижнем или боковом расположении червяка $h_m = (0,1 \dots 0,5)d_1$, при этом $h_{m \min} = 2,2m$ (см. рис. 10.60; А4, А12). Желательно, чтобы уровень масла проходил через центр нижнего тела качения подшипника (шарика или ролика).

При нижнем расположении червяка или шестерни цилиндрической передачи и высокой частоте вращения для уменьшения тепловыделения и потери мощности уровень масла понижают так, чтобы вывести червяк (шестерню) из масляной ванны. В этом случае для смазывания на червяк (шестерню) устанавливают разбрызгиватели (см. рис. 10.62; А15; А16).

д) Контроль уровня масла. Уровень масла, находящегося в корпусе редуктора, контролируют различными маслоуказателями (см. рис. 10.63...10.67).

Наибольшее распространение имеют железные маслоуказатели, так как они удобны для осмотра; конструкция их проста и достаточно надежна (см. рис. 10.63; А1, А17).

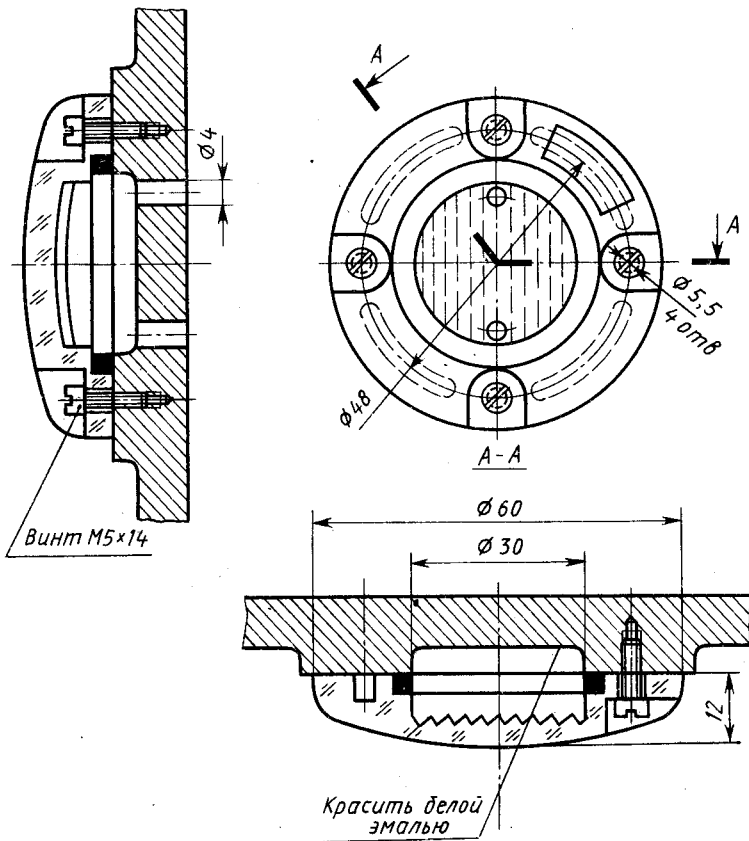


Рис. 10.64. Круглый маслоуказатель

Круглые маслоуказатели удобны для корпусов, расположенных достаточно высоко над уровнем пола. В них через нижнее отверстие в стенке корпуса масло проходит в полость маслоуказателя; через верхнее отверстие маслоуказатель сообщается с воздухом в корпусе редуктора (см. рис. 10.64; А11, А15).

Трубчатый маслоуказатель из оргстекла удобен для обзора, но хуже всего защищен от повреждений (см. рис. 10.65; А2, А12).

Крановые маслоуказатели ставят попарно в зоне верхнего и нижнего уровней смазки. О наличии масла при данном уровне свидетельствует вытекание его при открытии крана (см. рис. 10.66; А9, А10, А18).

е) Слив масла. При работе передач масло постепенно загрязняется продуктами износа деталей передач. С течением времени оно стареет, свойства его ухудшаются. Поэтому

Рис. 10.65. Трубчатый маслоуказатель: при $\Delta h \leq 35$ мм $H=80$ мм; при $\Delta h \leq 80$ мм $H=125$ мм

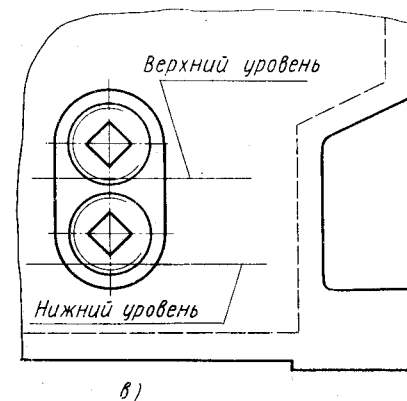
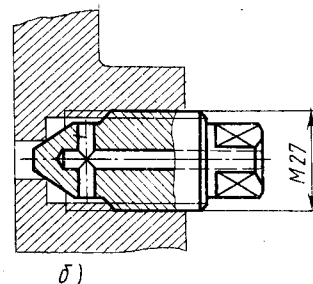
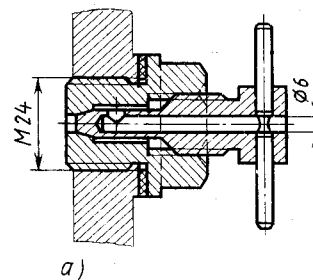
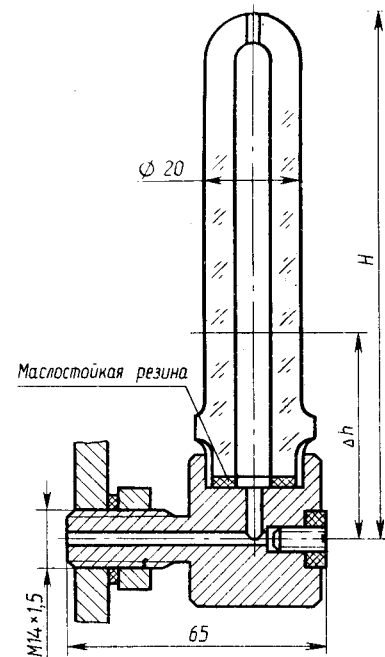


Рис. 10.66. Крановые маслоуказатели: а — в пробке; б — в корпусе; в — установка в зоне верхнего и нижнего уровней масла

масло, налитое в корпус редуктора, периодически меняют. Для этой цели в корпусе предусматривают сливное отверстие (см. рис. 10.57), закрываемое пробкой с цилиндрической (см. табл. 10.30; рис. А3, А17; табл. 10.32; рис. А8; А15) или конической (см. табл. 10.31; рис. А6, А13) резьбой.

Таблица 10.30. Пробки с цилиндрической резьбой

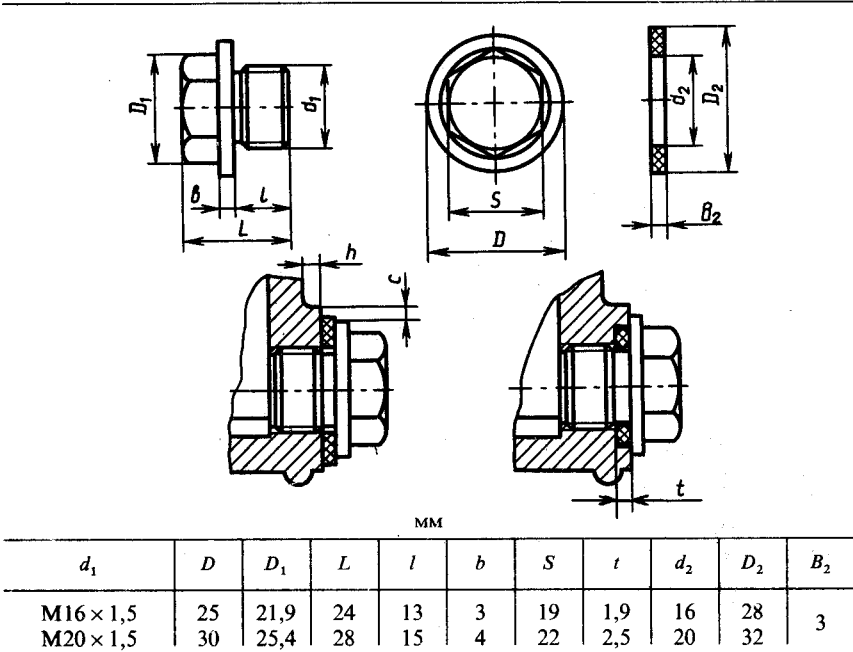


Таблица 10.31. Пробки с конической резьбой

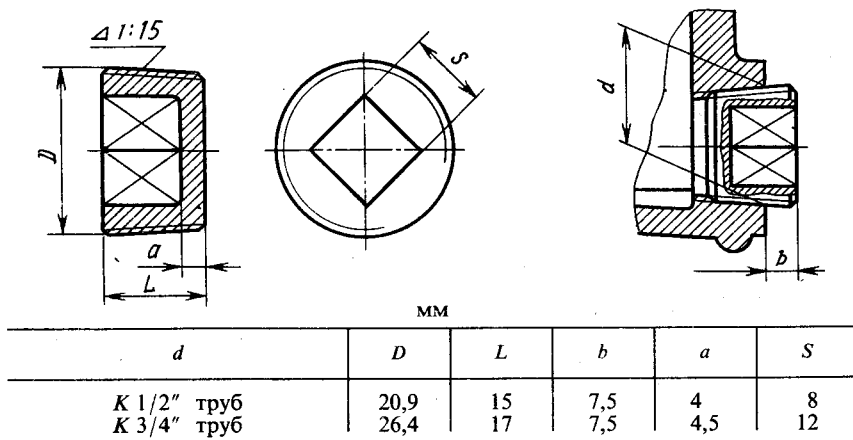
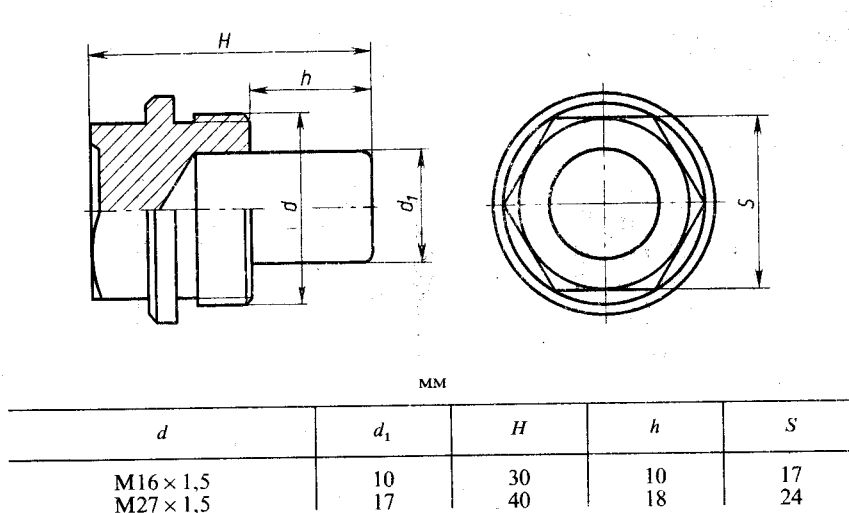


Таблица 10.32. Пробки с цилиндрической резьбой и магнитным уловителем



ж) Отдушины. При длительной работе в связи с нагревом масла и воздуха повышается давление внутри корпуса. Это приводит к просачиванию масла через уплотнения и стыки. Чтобы избежать этого, внутреннюю полость корпуса сообщают с внешней средой путем установки отдушины в его верхних точках (см. рис. 10.67; А11 и рис. 10.68; А17; табл. 10.33 и рис. А7).

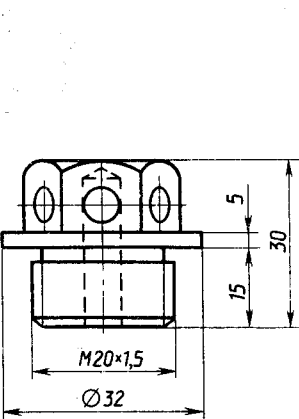


Рис. 10.67. Пробка-отдушина

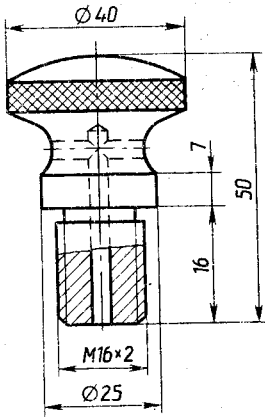
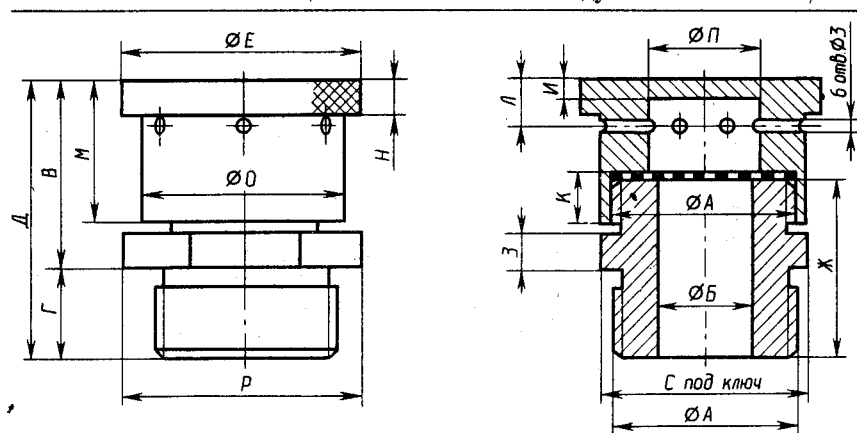


Рис. 10.68. Ручка-отдушина

Таблица 10.33. Колпачковая отдушина



мм

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С
M27×2	15	30	15	45	36	32	6	4	10	8	22	6	32	18	36	32
M48×3	35	45	25	70	62	52	10	5	15	13	52	10	56	36	62	55

2. Смазывание подшипников. В проектируемых редукторах для смазывания подшипников качения применяют жидкие и пластичные смазочные материалы. При выборе вида смазочного материала следует учитывать скорость вращения, температуру узла и способ отвода теплоты от подшипников, способ подачи смазочного материала, конструкцию уплотнений и вид смазочного материала в сопряженных узлах.

а) Смазывание жидкими материалами. При смазывании зубчатых и червячных колес окунаем подшипники качения обычно смазываются из картера в результате разбрызгивания масла колесами, образования масляного тумана и растекания масла по валам. Надежное смазывание разбрызгиванием возможно при окружных скоростях $v > 3$ м/с. Для свободного проникновения масла полость подшипника должна быть открыта внутрь корпуса (см. рис. А5, А6, А8).

Если при нижнем расположении быстроходных валов цилиндрических и червячных редукторов необходимо защитить подшипники от излишнего количества масла, то применяют внутренние уплотнения (см. 10.4, п. 6; рис. А1, А7, А16). Для смазывания подшипника вала конической шестерни, удаленного от масляной ванны, на фланце корпуса в полости разреза делают канавки (см. рис. А14).

При верхнем расположении вала-червяка или вала-шестерни цилиндрического редуктора применяют ряд специальных конструкций для смазывания подшипников.

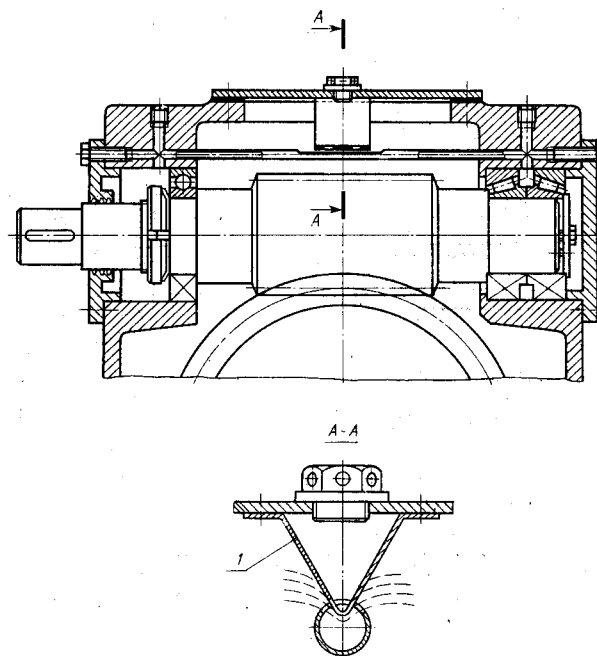


Рис. 10.69. Смазывание подшипников через маслосборную трубку

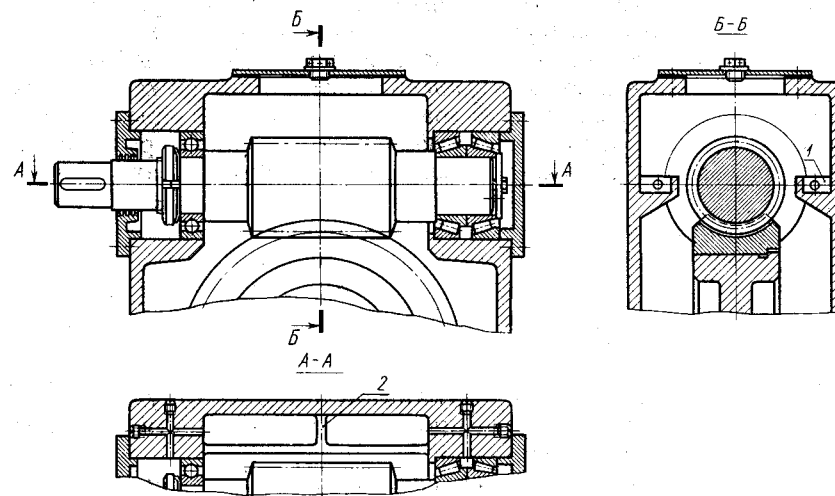


Рис. 10.70. Смазывание подшипников через маслосборные желоба (лотки)

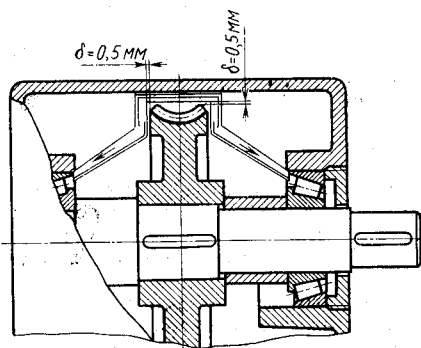


Рис. 10.71. Смазывание подшипников с помощью маслосборных скребков

В конструкции на рис. 10.69 масло, попадая на витки червяка с червячного колеса, отбрасывается на сборник 1, стекая с него в паз трубки, а затем по трубке через сверления в корпусе попадает в полость подшипника (см. рис. А3, А8).

В конструкции на рис. 10.70 масло стекает по вертикальным стенкам, попадает в желоба (лотки) 1, отлитые заодно с корпусом, и через просверленные отверстия в полость подшипника. Для равномерного распределения масла между опорами желоба разделены ребром 2 (см. рис. А10).

При малых скоростях, когда разбрызгивание масла недостаточно для смазывания подшипников, его можно собирать с торцов зубчатых (червячных) колес, используя для этого скребки (см. рис. 10.71; А11, А12).

Установка сборников и скребков масла в проектируемых редукторах должна обеспечить смазывание подшипников при любом направлении вращения.

б) Смазывание пластичными материалами. Применяется при окружных скоростях $v < 2$ м/с. Полость подшипника, смазываемого пластичным материалом, должна быть закрыта с внутренней стороны подшипникового узла внутренним уплотнением (см. 10.4, п. 6). Размеры внутренней полости корпуса под пластичный материал должны иметь глубину с каждой стороны подшипника примерно $\frac{1}{4}$ его ширины. Смазочный материал набивают в подшипник вручную при снятой крышке подшипникового узла на несколько лег. Смену смазочного пластичного материала производят при ремонте. Наиболее распространенные для подшипников качения — пластичные смазки типа солидол жировой (ГОСТ 1033—79), консталин жировой УТ-1 (ГОСТ 1957—73).

Характерные ошибки:

1. Зубчатые (червячные) колеса не зафиксированы от осевого смещения.
2. Неправильно зафиксированы подшипники качения на валу и в корпусе. Неправильно выбраны наружные и внутренние уплотнения подшипника.
3. Не выдержана схема установки подшипников.

4. Невозможно или крайне неудобно произвести сборку редуктора, особенно редукторов с неразъемным корпусом.

5. Недостаточная ширина фланца подшипниковой бобышки K_2 и ширина пояса корпуса K_3 — не размещаются головки винтов.

6. Неправильно определены размеры ниш для стяжных винтов и фундаментных болтов.

7. Отверстия под болты d_4 крышки подшипникового узла просверлены на разьеме основания и крышки корпуса.

8. Неправильно расположено отверстие для слива отработанного масла.

9. Установка маслоуказателя не соответствует требуемому уровню масла, заливаемого в редуктор.

10. Не предусмотрена возможность удобного захвата редуктора при его транспортировке.

11. Неправильно выбраны посадки отдельных деталей редуктора.

12. Неправильно выбран способ смазывания подшипников.

13. Не соблюдены размеры ГОСТа при вычерчивании стандартных деталей.

ЗАДАЧА 11

ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ

- Цель: 1. Выполнить проверочные расчеты стандартных изделий: шпонок и стяжных винтов (болтов) подшипниковых узлов.
2. Выполнить проверочный расчет валов на прочность.
3. Произвести тепловой расчет червячного редуктора.

После завершения конструктивной компоновки редуктора, когда определены и уточнены окончательные размеры всех его деталей, деталей открытой передачи и муфты, выбран режим смазки зацепления и подшипников, проводят ряд проверочных расчетов, которые должны подтвердить правильность принятых конструкторских решений.

11.1. Проверочный расчет шпонок

Призматические шпонки, применяемые в проектируемых редукторах, проверяют на смятие. Проверке подлежат две шпонки тихоходного вала — под колесом и элементом открытой передачи или полумуфты и одна шпонка на быстроходном валу — под полумуфтой или элементом открытой передачи (см. 10.4, п. 1).

Условие прочности

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F_t}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma]_{\text{см}},$$

где а) F_t — окружная сила на шестерне или колесе, Н (см. табл. 6.1);

б) $A_{\text{см}} = (0,94h - t_1)l_p$ — площадь смятия, мм². Здесь $l_p = l - \frac{b}{2}$ — рабочая длина шпонки со скругленными торцами, мм (l — полная длина шпонки, определенная на конструктивной компоновке); b , h , t_1 — стандартные размеры (см. табл. К42);

в) $[\sigma]_{\text{см}}$ — допускаемое напряжение на смятие, Н/мм². При стальной ступице и спокойной нагрузке $[\sigma]_{\text{см}} = 110 \dots 190$ Н/мм²; при колебаниях нагрузки $[\sigma]_{\text{см}}$ следует снижать на 20...25%; при ударной нагрузке — снижать на 40...50%; при чугунной ступице приведенные значения $[\sigma]_{\text{см}}$ снижать вдвое.

Если при проверке шпонки $\sigma_{\text{см}}$ окажется значительно ниже $[\sigma]_{\text{см}}$, то можно взять шпонку меньшего сечения — как для вала предыдущего диапазона, но обязательно проверить ее на смятие. Если получится $\sigma_{\text{см}} > [\sigma]_{\text{см}}$, то рациональнее перейти на посадку с натягом (см. 10.3, п. 2).

11.2. Проверочный расчет стяжных винтов подшипниковых узлов

Стяжные винты (болты) диаметром d_2 подшипниковых узлов — наиболее ответственные резьбовые детали редуктора, расположенные попарно около отверстий под подшипники (см. 10.5, п. 2, б; рис. 10.10...10.14). Их назначение — воспринимать силы, передаваемые на крышку редуктора внешними кольцами подшипников, и сжимать фланцы (2-й и 3-й) крышки и основания корпуса для предотвращения их раскрытия и утечки масла.

Винты изготавливают из стали 30, 35, класса прочности 5.6 (первое число, умноженное на 100, определяет предел прочности — $\sigma_b = 500$ Н/мм²; произведение чисел, умноженное на 10, определяет предел текучести — $\sigma_t = 300$ Н/мм²).

Стяжные винты рассчитывают на прочность по эквивалентным напряжениям на совместное действие растяжения и кручения $\sigma_{\text{экв}}$, Н/мм²:

$$\sigma_{\text{экв}} = 1,3 F_p / A \leq [\sigma],$$

где а) F_p — расчетная сила затяжки винтов, обеспечивающая нераскрытие стыка под нагрузкой, Н,

$$F_p = [K_3(1-x) + x] F_b.$$

Здесь $F_b = 0,5 R_y$ — сила, воспринимаемая одним стяжным винтом, Н, где R_y — большая из реакций в вертикальной плоскости в опорах подшипников быстроходного или тихоходного вала (см. рис. 8.1...8.4); K_3 — коэффициент затяжки, $K_3 = 1,25 \dots 2$ — при постоянной нагрузке, $K_3 = 2,5 \dots 4$ — при переменной; x — коэффициент основной нагрузки, $x = 0,2 \dots 0,3$ — для соединения стальных и чугунных деталей без прокладок, $x = 0,4 \dots 0,5$ — для металлических деталей с упругими прокладками (паронит, резина и т. п.);

б) A — площадь опасного сечения винта, мм²:

$$A = \pi d_p^2 / 4,$$

где $d_p \approx d_2 - 0,94p$ — расчетный диаметр винта; d_2 — наружный диаметр винта (см. табл. 10.17); p — шаг резьбы (см. табл. К5);

в) $[\sigma]$ — допускаемое напряжение при неконтролируемой затяжке, Н/мм²; для винтов (болтов) с наружным диаметром до 16 мм — $[\sigma] = (0,2 \dots 0,25) \sigma_t$; от 16 до 30 мм — $[\sigma] = (0,25 \dots 0,4) \sigma_t$.

Если винты (болты) окажутся излишне прочными, уменьшать их диаметр не следует.

Пример. Проверить прочность стяжных винтов подшипниковых узлов тихоходного вала цилиндрического редуктора (см. Т311). Максимальная реакция в вертикальной плоскости опоры подшипника $C - R_{Cy} = 3320$ Н (см. рис. 8.1). Диаметр винта $d_2 = 12$ мм, шаг резьбы крупный $p = 1,75$ мм; класс прочности 5.6 из стали 30 по ГОСТ 11738—84 (см. табл. К5).

1. Определяем силу, приходящуюся на один винт:

$$F_b = R_{Cy} / 2 = 3320 / 2 = 3320 / 2 = 1660 \text{ Н}.$$

2. Принимаем $K_3 = 1,5$ (постоянная нагрузка); $x = 0,27$ (соединение чугунных деталей без прокладок).

3. Определяем механические характеристики материала винтов: предел прочности $\sigma_b = 500$ Н/мм²; предел текучести $\sigma_t = 300$ Н/мм²; допускаемое напряжение $[\sigma] = 0,25 \sigma_t = 0,25 \cdot 300 = 75$ Н/мм².

4. Определяем расчетную силу затяжки винтов:

$$F_p = [K_3(1-x) + x] F_b = [1,5(1-0,27) + 0,27] 1660 = 2265,9 \text{ Н}.$$

5. Определяем площадь опасного сечения винта:

$$A = \pi d_p^2 / 4 = \pi (d_2 - 0,94p)^2 / 4 = \pi (12 - 0,94 \cdot 1,75)^2 / 4 = 84,2 \text{ мм}^2.$$

6. Определяем эквивалентные напряжения:

$$\sigma_{\text{экв}} = 1,3 F_p / A = 1,3 \cdot 2265,9 / 84,2 = 35 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma].$$

Условие прочности соблюдено.

11.3. Проверочный расчет валов

Проектный расчет валов на чистое кручение произведен в задаче 7. Проверочный расчет валов на прочность выполняют на совместное действие изгиба и кручения. При этом расчет отражает разновидности цикла напряжений изгиба и кручения, усталостные характеристики материалов, размеры, форму и состояние поверхности валов. Проверочный расчет проводится после завершения конструктивной компоновки и установления окончательных размеров валов (см. рис. 10.1...10.3).

Цель расчета — определить коэффициенты запаса прочности в опасных сечениях вала и сравнить их с допускаемыми:

$$s \geq [s].$$

При высокой достоверности расчета $[s] = 1,3 \dots 1,5$; при менее точной расчетной схеме $[s] = 1,6 \dots 2,1$.

Расчетные коэффициенты запаса прочности определяются отдельно для быстроходного и тихоходного валов в такой последовательности:

1. Определить реакции в опорах окончательно принятых типоразмеров подшипников (см. 8.2, пп. 1, 2). При этом учесть:

а) Расстояние между точками приложения реакций в опорах подшипников l_B , l_T и расстояние между точками приложения консольной силы и реакции смежной опоры подшипника $l_{оп}$, l_m , предварительно замеренные на эскизной компоновке (см. рис. 7.2...7.4), изменяются, так как на конструктивной компоновке уточняются длины ступеней валов l (см. 10.2) и расстояние L между торцами подшипников (см. рис. 10.1...10.3; 10.18).*

б) Предварительное значение консольной силы муфты F_m (см. табл. 6.2) уточняется расчетом при выборе муфты на конструктивной компоновке (см. 10.7).

в) Если пригодность предварительно выбранного радиально-упорного подшипника не подтверждается и определяется другой радиально-упорный подшипник (см. табл. 9.7), то пересчитывается отклонение a суммарной реакции R от торца подшипника (см. 7.5, п. 7).

2. Рассчитать значение изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, построить эпюры и определить суммарные изгибающие моменты в наиболее нагруженных сечениях вала (см. 8.2, пп. 1, 2, 5).

3. Проверить динамическую грузоподъемность подшипников $C_{гр}$ (см. задачу 9) — только при значительном увеличении суммарных реакций R_1 и R_2 в опорах подшипников в сравнении с предварительно рассчитанными (см. 8.1, п. 5). При незначительных изменениях R_1 и R_2 проверочный расчет не требуется.

4. Наметить опасные сечения вала.

Опасное сечение вала определяется наличием источника концентрации напряжений при суммарном изгибающем моменте $M_{сум}$.

В проектируемых сравнительно коротких валах одноступенчатых редукторов, как правило, намечаются два опасных сечения: одно — на 3-й ступени под колесом (шестерней); второе — на 2-й (а для быстроходного вала конического редуктора — на 4-й) ступени под подшипником опоры, смежной с консольной нагрузкой (см. рис. 10.1...10.3).

5. Определить источники концентрации напряжений в опасных сечениях.

а) Опасное сечение 2-й (а для быстроходного вала конического редуктора 4-й) ступени быстроходных и тихоходных валов определяют два концентратора напряжений — посадка подшипника с натягом и ступенчатый переход галтелью r между 2-й и 3-й (или 5-й) ступенью с буртиком $t = (d_3 - d_2)/2$ по табл. 10.6 или $t = (d_3 - d_2)/2 - h$ по табл. 10.7 (см. рис. 10.10...10.13).

б) Концентрацию напряжений на 3-й ступени определяют:

* При незначительном изменении расстояний между точками приложения реакций (l_B , l_T), консольных нагрузок ($l_{оп}$, l_m) и отклонения силы муфты (F_m) можно принять суммарные реакции, рассчитанные в задаче 8 (см. 8.1, п. 5).

для тихоходных валов — посадка колеса с натягом (см. 10.1, п. 4) и шпоночный паз (см. 10.3, п. 1; рис. 10.13);

для быстроходных валов — соотношение диаметра впадин шестерни (червяка) d_{f1} и диаметра 3-й ступени вала d_3 (см. 10.2, п. 3).

Вал-червяк. При $d_{f1} < d_3$ — концентратор напряжений — резьба (см. рис. 10.12, в); при $d_{f1} > d_3$ — ступенчатый переход галтелью r между диаметром впадин червяка d_{f1} и диаметром ступени d_3 с буртиком $t = (d_{f1} - d_3)/2$ по табл. 10.6 (см. рис. 10.12, а).

Вал-шестерня цилиндрическая. При $d_{f1} < d_3$ — концентратор напряжений — шлицы (см. рис. 10.10, б — з); при $d_{f1} > d_3$ (см. рис. 10.10, а) — источник концентрации напряжений такой же, как для вала-червяка (см. рис. 10.12, а).

Вал-шестерня коническая. При $d_{f1} < d_3$ — концентратор напряжений — шлицы (см. рис. 10.11, б); при $d_{f1} > d_3$ (см. рис. 10.11, а) — источник концентрации напряжений такой же, как для вала-червяка (см. рис. 10.12, а).

При действии в расчетном сечении двух источников концентрации напряжений учитывают только наиболее опасный из них: с наибольшим отношением K_s/K_d или K_t/K_d (см. п. 6).

6. Определить напряжения в опасных сечениях вала, Н/мм².

а) Нормальные напряжения изменяются по симметричному циклу, при котором амплитуда напряжений σ_a равна расчетным напряжениям изгиба $\sigma_{из}$:

$$\sigma_a = \sigma_{из} = \frac{M \cdot 10^3}{W_{нетто}},$$

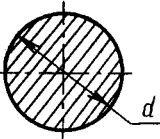
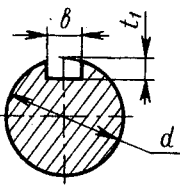
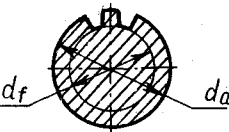
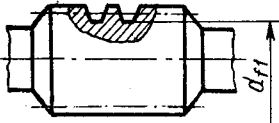
где M — суммарный изгибающий момент в рассматриваемом сечении, Н·м (см. рис. 8.1...8.4); $W_{нетто}$ — осевой момент сопротивления сечения вала, мм³ (см. табл. 11.1). Для определения $W_{нетто}$ круглого сплошного сечения вала при ступенчатом переходе принимают меньший из двух диаметров смежных ступеней.

б) Касательные напряжения изменяются по отнулевому циклу, при котором амплитуда цикла τ_a равна половине расчетных напряжений кручения τ_k :

$$\tau_a = \frac{\tau_k}{2} = \frac{M_k}{2W_{крнетто}},$$

где M_k — крутящий момент, Н·м (см. рис. 8.1...8.4); $W_{крнетто}$ — полярный момент инерции сопротивления сечения вала, мм³ (см. табл. 11.1). Для определения $W_{крнетто}$ круглого сплошного сечения вала при ступенчатом переходе принимают меньший из двух диаметров смежных ступеней.

Таблица 11.1. Осевые и полярные моменты сопротивления сечения вала, мм³

Сечение вала	$W_{\text{осе}} \text{ мм}^3$	$W_{\text{пол}} \text{ мм}^3$
Круглое сплошное 	$0,1d^3$	$0,2d^3$
Вал со шпоночной канавкой 	$0,1d^3 - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d}$	$0,2d^3 - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d}$
Шлицевой вал 	$0,1 \frac{(da+df)^3}{2}$	$0,2df^3$
Вал-червяк 	$\frac{\pi df_1^3}{32}$	$\frac{\pi df_1^3}{16}$

7. Определить коэффициент концентрации нормальных и касательных напряжений для расчетного сечения вала:

$$(K_{\sigma})_D = \left(\frac{K_{\sigma}}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_y};$$

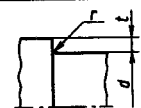
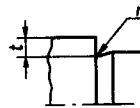
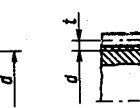
$$(K_{\tau})_D = \left(\frac{K_{\tau}}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_y},$$

где K_{σ} и K_{τ} — эффективные коэффициенты концентрации напряжений. Они зависят от размеров сечения, механических характеристик материала и выбираются по табл. 11.2 (см. п. 5); K_d — коэффициент влияния абсолютных размеров поперечного сечения (табл. 11.3); K_F — коэффициент влияния шероховатости (табл. 11.4); K_y — коэффициент влияния поверхностного упрочнения (табл. 11.5).

Таблица 11.2. Эффективные коэффициенты концентрации напряжений K_{σ} и K_{τ}

Параметры	K_{σ} при σ_b , Н/мм ²			K_{τ} при σ_b , Н/мм ²		
	500	700	900	500	700	900

Для ступенчатого перехода с галтелью

t/r	r/d									
≤ 1	0,01	1,35	1,4	1,45	1,3	1,35	1,3	1,3	1,35	1,4
	0,02	1,45	1,5	1,55	1,35	1,4	1,45	1,45	1,55	1,6
	0,03	1,65	1,7	1,8	1,4	1,45	1,45	1,55	1,65	1,7
	0,05	1,6	1,7	1,8	1,45	1,45	1,45	1,55	1,65	1,7
	0,1	1,45	1,55	1,65	1,4	1,4	1,4	1,45	1,55	1,6
≤ 2	0,01	1,55	1,6	1,65	1,4	1,4	1,4	1,45	1,55	1,6
	0,02	1,8	1,9	2,0	1,55	1,6	1,6	1,65	1,75	1,8
	0,03	1,8	1,95	2,05	1,55	1,6	1,6	1,65	1,75	1,8
	0,05	1,75	1,9	2,0	1,6	1,6	1,6	1,65	1,75	1,8
≤ 3	0,01	1,9	2,0	2,1	1,55	1,6	1,6	1,65	1,75	1,8
	0,02	1,95	2,1	2,2	1,6	1,7	1,7	1,75	1,85	1,9
	0,03	1,95	2,1	2,25	1,65	1,7	1,7	1,75	1,85	1,9
≤ 5	0,01	2,1	2,25	2,35	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6
	0,02	2,15	2,3	2,45	2,1	2,15	2,15	2,25	2,35	2,45

Для шпоночных пазов, выполненных фрезой

концевой	1,6	1,9	2,15	1,4	1,7	2,05
дисковой	1,4	1,55	1,7			

Продолжение табл. 11.2

Параметры	K_σ при σ_a , Н/мм ²			K_t при σ_a , Н/мм ²		
	500	700	900	500	700	900
Для эвольвентных шлицев и резьбы						
Шлицы	1,45	1,6	1,7	1,43	1,49	1,55
Резьба	1,8	2,2	2,45	1,45	1,6	2,0
Для посадки с натягом						
Диаметр вала d , мм	K_σ/K_d			K_t/K_d		
30	2,5	3,0	3,5	1,9	2,2	2,5
50	3,3	3,95	4,6	2,45	2,8	3,0
100	3,3	3,95	4,6	2,4	2,8	3,2

Таблица 11.3. Коэффициент влияния абсолютных размеров поперечного сечения K_d

Напряженное состояние и материал	Диаметр вала d , мм				
	30	40	50	70	100
Изгиб для углеродистой стали	0,88	0,85	0,81	0,76	0,71
Изгиб для легированной стали	0,77	0,73	0,70	0,67	0,62
Кручение для всех сталей					

Таблица 11.4. Коэффициент влияния шероховатости K_F

Вид механической обработки	Параметр шероховатости поверхности R_a , мкм	K_F при σ_a , Н/мм ²		
		500	700	900
Обточка	2,5...0,63	1,05	1,10	1,5
Шлифование	0,32...0,16	1,0	1,0	1,0

Таблица 11.5. Коэффициент влияния поверхностного упрочнения K_y

Вид упрочнения	σ_a сердцевины, Н/мм ²	K_y	
		гладкие валы	валы с концентрацией напряжений
		$K_\sigma \leq 1,5$	$K_\sigma = 1,8...2$
Закалка с нагревом ТВЧ	600...800 800...1000	1,5...1,7 1,3...1,5	1,6...1,7 —

Продолжение табл. 11.5

Вид упрочнения	σ_a сердцевины, Н/мм ²	K_y		
		гладкие валы	валы с концентрацией напряжений	
			$K_\sigma \leq 1,5$	$K_\sigma = 1,8...2$
Азотирование	900...1000	1,1...1,25	1,5...1,7	1,7...2,1
Цементация	700...800 1000...1200	1,4...1,5 1,2...1,3	— 2,0	— —

Для валов без поверхностного упрочнения коэффициенты концентрации нормальных и касательных напряжений определяют по формулам:

$$(K_\sigma)_D = \frac{K_\sigma}{K_d} + K_F - 1; \quad (K_t)_D = \frac{K_t}{K_d} + K_F - 1.$$

8. Определить пределы выносливости в расчетном сечении вала, Н/мм²:

$$(\sigma_{-1})_D = \sigma_{-1} / (K_\sigma)_D; \quad (\tau_{-1})_D = \tau_{-1} / (K_t)_D,$$

где σ_{-1} и τ_{-1} — пределы выносливости гладких образцов при симметричном цикле изгиба и кручения, Н/мм²; σ_{-1} определяется по табл. 3.2; $\tau_{-1} \approx 0,58 \sigma_{-1}$.

9. Определить коэффициенты запаса прочности по нормальным и касательным напряжениям:

$$s_\sigma = (\sigma_{-1})_D / \sigma_a; \quad s_t = (\tau_{-1})_D / \tau_a.$$

10. Определить общий коэффициент запаса прочности в опасном сечении:

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_t}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_t^2}} \geq [s].$$

Как показала практика проектирования валов одноступенчатых редукторов на чистое кручение, проверочные расчеты на прочность повсеместно дают удовлетворительные результаты.

11.4. Тепловой расчет червячного редуктора

Цель теплового расчета — проверка температуры масла t_m в редукторе, которая не должна превышать допускаемой $[t]_m = 80...95^\circ \text{C}$. Температура воздуха вне корпуса редуктора обычно $t_b = 20^\circ \text{C}$. Температура масла t_m в корпусе червячной передачи при непрерывной работе без искусственного охлаждения определяется по формуле

$$t_m = t_b + \frac{P_1(1-\eta)}{K_t A},$$

где P_1 — мощность на быстроходном валу редуктора, Вт (см. табл. 2.5); η — коэффициент полезного действия редуктора (см. 4.3, п. 10); $K_t = 9 \dots 17$ Вт/(м² · град) — коэффициент теплопередачи; A — площадь теплоотдающей поверхности корпуса редуктора, м².

Для определения A червячный редуктор вписывают в параллелепипед и определяют площадь его плоскостей без площади днища. Ориентировочно A можно принять в зависимости от межосевого расстояния (см. табл. 11.6).

Таблица 11.6. Площадь поверхности охлаждения червячного редуктора

a_w , мм	80	100	125	140	160	180	200	225
A , мм ²	0,19	0,24	0,36	0,43	0,56	0,67	0,8	1,0

В проектируемых червячных редукторах при малых (до 2 кВт) и средних (до 5 кВт) мощностях фактическая температура масла t_m , как правило, не превышает допустимой $[t]_m$.

Табличный ответ к задаче 11 (табл. 11.7).

Таблица 11.7. Результаты проверочных расчетов

Детали		Напряжение, Н/мм ²		Детали		Коэффициент запаса прочности	
		расчетное σ	допускаемое $[\sigma]$			расчетный s	допускаемый $[s]$
Шпонки	Быстроходный вал			Валы (опасные сечения)	быстроходный		
	Тихоходный вал				тихоходный		
Стяжные винты				Температура масла			
				рабочая t_m		допускаемая $[t]_m$	

Характерные ошибки:

1. Неправильные вычисления при определении s_σ , s_τ , s .
2. Неправильные определения M_x и M_y для опасного сечения вала по эпюрам изгибающих моментов.
3. Несоразмерность единиц σ_{-1} и σ_a ; τ_{-1} и τ_a при определении s_σ , s_τ .
4. Неправильное интерполирование при выборе коэффициентов концентрации напряжений K_σ и K_τ , а также K_d , K_F .
5. Несоразмерность единиц подставляемых в формулы величин при определении расчетных напряжений $\sigma_{см}$, σ_m .

Цель: 1. Определить массу редуктора.

2. Определить критерий технического уровня редуктора.

В редукторостроении произошли большие изменения. Пересмотрены все параметрические стандарты на передачи и редукторы с целью их рационализации и обеспечения научного и методологического единства в выборе параметров редукторов; усовершенствованы и уточнены расчеты; разработаны стандарты на методы расчета; созданы семейства редукторов, применяемых в одной или нескольких отраслях народного хозяйства; унифицированы все параметры редукторов, нагрузочных характеристик и деталей; увеличены нагрузки и повышена твердость рабочих поверхностей зубьев, существенно изменены конструкции основных деталей редукторов.

Кроме того, повышены требования и введены новые принципы подхода к точности изготовления деталей; уровни вибрации и шума стали признаками технической диагностики качества изготовления и важными товарными характеристиками; нормированы показатели надежности редукторов и разработаны методы их расчета; установлено понятие «технический уровень» и регламентированы его значения (см. табл. 12.1).

Технический уровень целесообразно оценивать количественным параметром, отражающим соотношение затраченных средств и полученного результата.

«Результатом» для редуктора является его нагрузочная способность, в качестве характеристики которой можно принять вращающий момент T_2 , Н·м, на его тихоходном валу.

Таблица 12.1. Технический уровень редуктора

γ , кг/(Н·м)	Качественная оценка технического уровня
$>0,2$	Низкий; редуктор морально устарел
$0,1 \dots 0,2$	Средний; в большинстве случаев производство экономически неоправдано
$0,06 \dots 0,1$	Высокий; редуктор соответствует современным мировым образцам
$<0,06$	Высший; редуктор соответствует рекордным образцам

Примечание. В СССР действует ГОСТ 16162—85 «Редукторы общего назначения. Общие технические условия», который впервые в мировой практике регламентирует основные требования к редукторам, включая условия применения, технический уровень, показатели надежности, точность изготовления.

Объективной мерой затраченных средств является масса редуктора m , кг, в которой практически интегрирован весь процесс его проектирования. Поэтому за критерий технического уровня можно принять относительную массу $\gamma = m/T_2$, т. е. отношение массы редуктора (кг) к вращающему моменту на его тихоходном валу (Н·м). Этот критерий характеризует расход материалов на передачу момента и легок для сравнения.

В эскизной стадии проектирования (задача 4) критерий γ был предварительно задан из условий средних требований к техническому уровню редукторов в условиях индивидуального или мелкосерийного производства. Это дало возможность ориентировать расчеты на получение оптимальных значений главного геометрического параметра редуктора (a_w, d_{e2}) в предполагаемом диапазоне (см. табл. 4.1). При этом масса редуктора m была определена ориентировочно в соответствии с предельными значениями принятого критерия ($\gamma = 0,1 \dots 0,2$). В задаче 12 представляется возможным по результатам технической стадии проектирования, когда на конструктивной компоновке (задача 10) разработана окончательная конструкция редуктора и установлены его максимальные габариты ($L \times B \times H$), определить действительную массу (m , кг) и фактический критерий технического уровня γ .

12.1. Определение массы редуктора

1. Цилиндрический, конический редукторы — $m = \varphi \rho V \cdot 10^{-9}$, где φ — коэффициент заполнения определить по графикам в зависимости от межосевого расстояния a_w для цилиндрического редуктора (см. рис. 12.1); в зависимости от внешнего конусного расстояния R_e — для конического (см. рис. 12.2);

$\rho = 7300 \text{ кг/м}^3$ — плотность чугуна;

V — условный объем редуктора определить как произведение наибольшей длины, ширины и высоты редуктора, мм^3 (см. рис. 12.1, 12.2),

$$V = L \times B \times H.$$

2. Червячный редуктор — $m = \varphi \rho d_1 \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot 10^{-9}$,

где φ — коэффициент заполнения определить по графику (см. рис. 12.3) в зависимости от делительного диаметра колеса d_2 , мм;

d_1 — делительный диаметр червяка, мм; d_1 и d_2 (см. табл. 4.11);

ρ — плотность чугуна (см. п. 1, б).

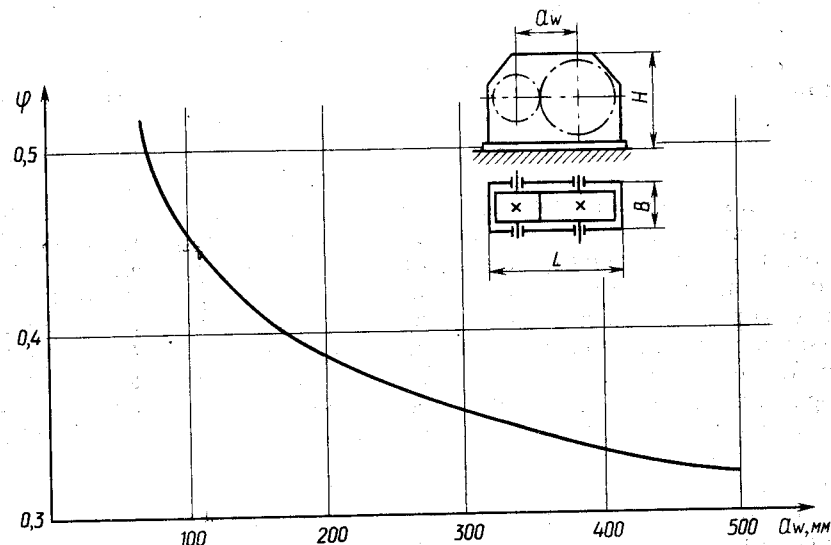


Рис. 12.1. График для определения коэффициента заполнения цилиндрического одноступенчатого редуктора

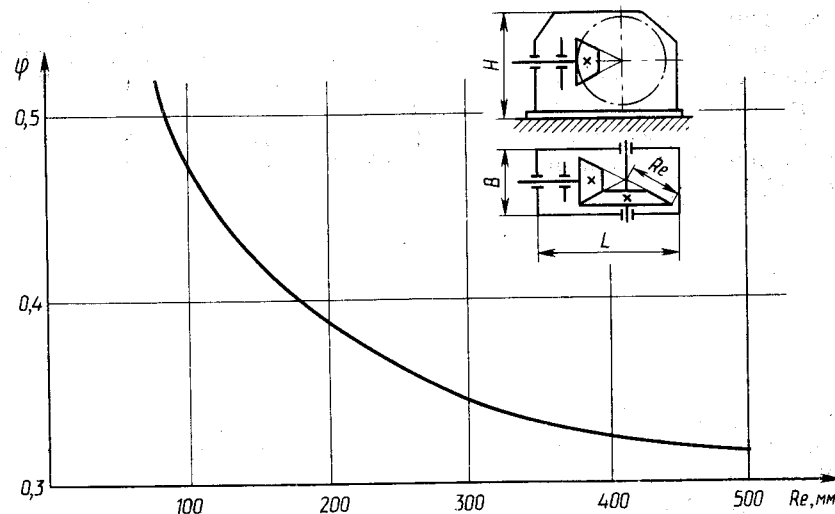


Рис. 12.2. График для определения коэффициента заполнения конического одноступенчатого редуктора

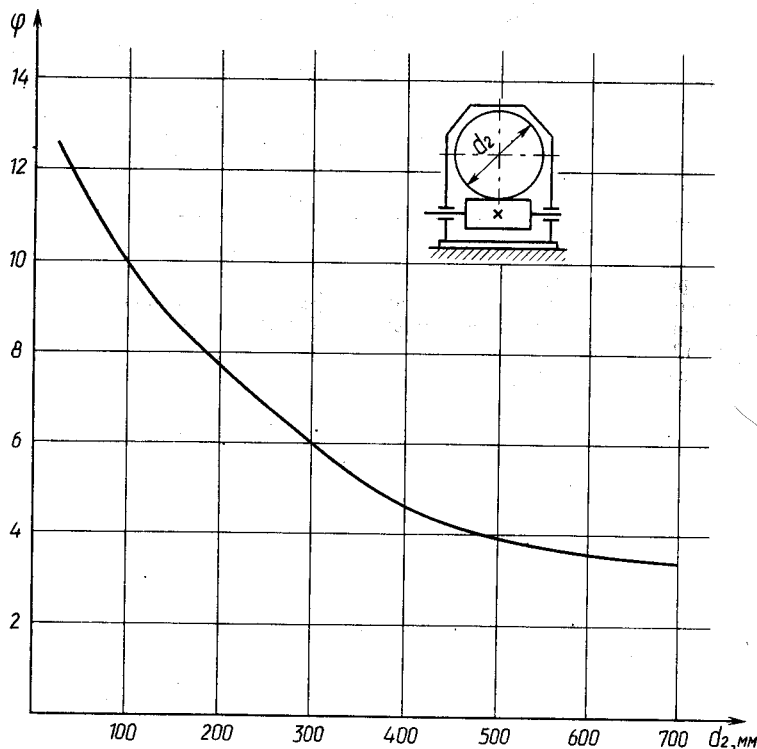


Рис. 12.3. График для определения коэффициента заполнения червячного одноступенчатого редуктора

12.2. Определение критерия технического уровня редуктора

Критерий технического уровня определяется по формуле $\gamma = m/T_2$, где T_2 — вращающий момент на тихоходном валу редуктора, Н·м:

1. Для цилиндрического и конического редуктора T_2 принять по табл. 2.5.

2. Для червячного редуктора $T_2 = T_1 u_{\text{зп}} \eta_{\text{зп}} \eta_{\text{пк}}$, где $\eta_{\text{пк}}$; T_1 , Н·м; $u_{\text{зп}}$ (см. 2.1, п. 2; табл. 2.5); $\eta_{\text{зп}}$ (см. 10.3, п. 10).

Определение критерия γ дает возможность оценить место спроектированного редуктора в сравнении со стандартными (см. табл. 12.1) и решить вопрос о целесообразности его изготовления. При этом надо учесть ограниченность возможностей индивидуального (или мелкосерийного) производства

для получения высоких критериев технического уровня редуктора.

3. Составить табличный ответ к задаче 12 (табл. 12.2).

Таблица 12.2. Технический уровень редуктора

Тип редуктора	Масса m , кг	Момент T_2 , Н·м	Критерий γ	Вывод

Характерные ошибки:

1. Неточно определен по графикам коэффициент заполнения ϕ .
2. Неправильно измерены наибольшие габариты редуктора $L \times B \times H$ (см. рис. 12.1...12.3).
3. Неправильные вычисления.

ЧЕТВЕРТАЯ СТАДИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Рабочая документация проекта разрабатывается на основании конструктивных решений, принятых в техническом проекте, и предусмотрена техническим заданием проекта.

Сборочный чертеж редуктора, выполненный на основании конструктивной компоновки, дает представление о последовательности и порядке сборки, а также устанавливает контроль габаритных, установочных и присоединительных размеров.

В рабочей документации разрабатывают спецификацию, определяющую состав редуктора, и выполняют рабочие чертежи двух сопряженных деталей.

Рабочей документации присваивается литера «И» (конструкторская документация для индивидуального производства, предназначенная для разового изготовления одного или нескольких изделий).

В заключение четвертой стадии приводятся сведения о правилах и порядке оформления и комплектации конструкторской документации курсового проекта в соответствии с нормами и требованиями ЕСКД.

На стадии рабочей документации выполняют две задачи (см. табл. 0.1).

Рабочая документация служит основанием для изготовления опытного образца.

ЗАДАЧА 13

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОЕКТА

- Цель: 1. Разработать сборочный чертеж редуктора.
2. Составить спецификацию.
3. Разработать рабочие чертежи двух сопряженных деталей редуктора.

13.1. Разработка сборочного чертежа редуктора

Разработка сборочного чертежа редуктора производится в соответствии с ГОСТ 2.109—73. Сборочный чертеж выполняется на чертежной бумаге формата А1 карандашом в масштабе 1:1 и должен содержать: две проекции редуктора с элементами открытых передач и полумуфтой; размеры,

предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу; номера позиций составных частей, входящих в редуктор; текстовую часть; основную надпись (см. рис. 13.1...13.3).

1. Изображение. Количество изображений (видов, разрезов и сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление об устройстве, взаимодействии его составных частей, сборке и регулировке.

Сборочные чертежи проектируемых редукторов выполняют в двух проекциях (см. рис. А1...А18) с необходимым количеством разрезов и сечений на основании предварительно разработанной конструктивной компоновки (см. рис. 10.1...10.3). В случае, если две проекции сборочного чертежа не размещаются на одном листе формата А1, следует выполнить каждую проекцию на отдельном листе; при этом основная надпись выполняется: на первом листе по форме 1, на втором — по форме 2а (см. рис. 14.1).

2. Размеры. Все размеры на сборочных чертежах (чертежах общего вида) наносят в соответствии с ГОСТ 2.307—68. Линейные размеры и отклонения линейных размеров на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц величин. Линейные размеры и предельные отклонения, приводимые в технических требованиях, примечаниях и других надписях на поле чертежа, указывают с единицами величин. Нанесение размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения.

Различают следующие размеры, наносимые на проекции чертежа: справочные, габаритные, установочные и присоединительные, посадочные.

а) Справочные размеры на чертежах (размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом) отмечают знаком «*» и в технических требованиях записывают «* Размеры для справок». В тех случаях, когда на чертеже все размеры справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают «Размеры для справок» (см. рис. 13.1...13.3).

б) Габаритные размеры наносят на крайних положениях редуктора по высоте, длине и ширине с учетом элементов открытых передач и полумуфты; габаритные размеры являются справочными.

в) Установочные и присоединительные размеры: на чертежах общего вида — это размеры, определяющие положение предметов «обстановки» относительно элементов привода; на сборочных чертежах и чертежах общего вида — размеры конструктивных элементов, предназначенных для крепления редуктора и присоединения к нему других элементов привода (см. рис. 10.1...10.3; 13.1...13.3).

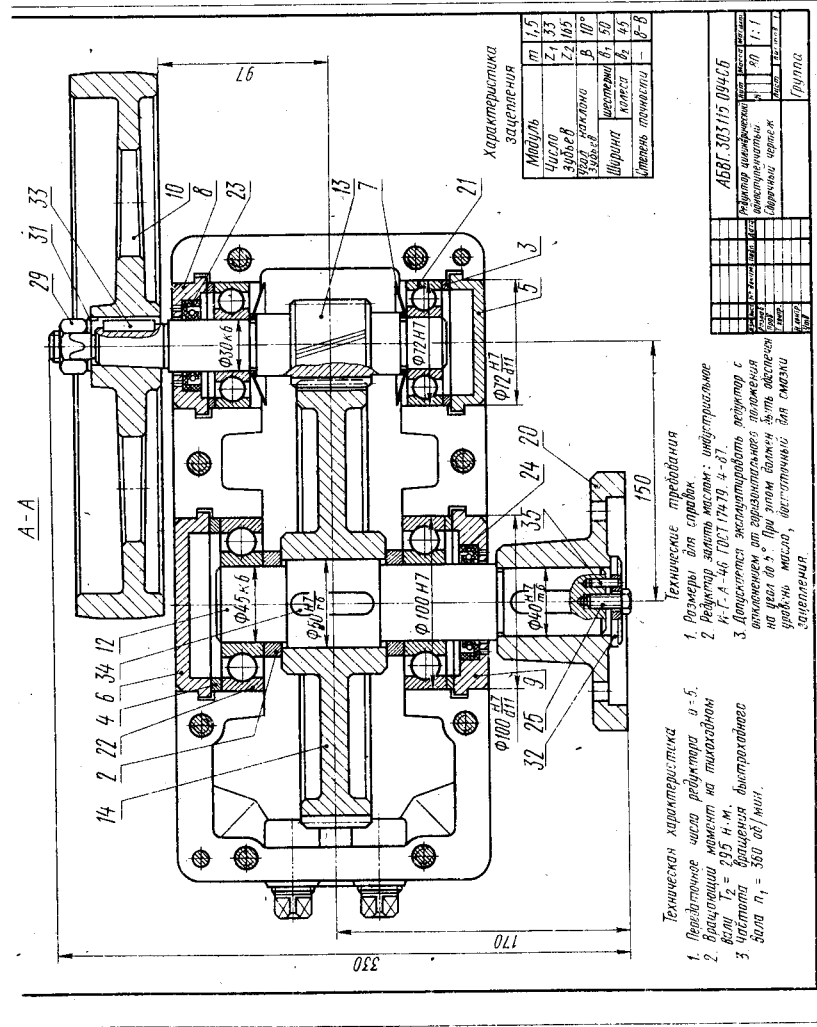
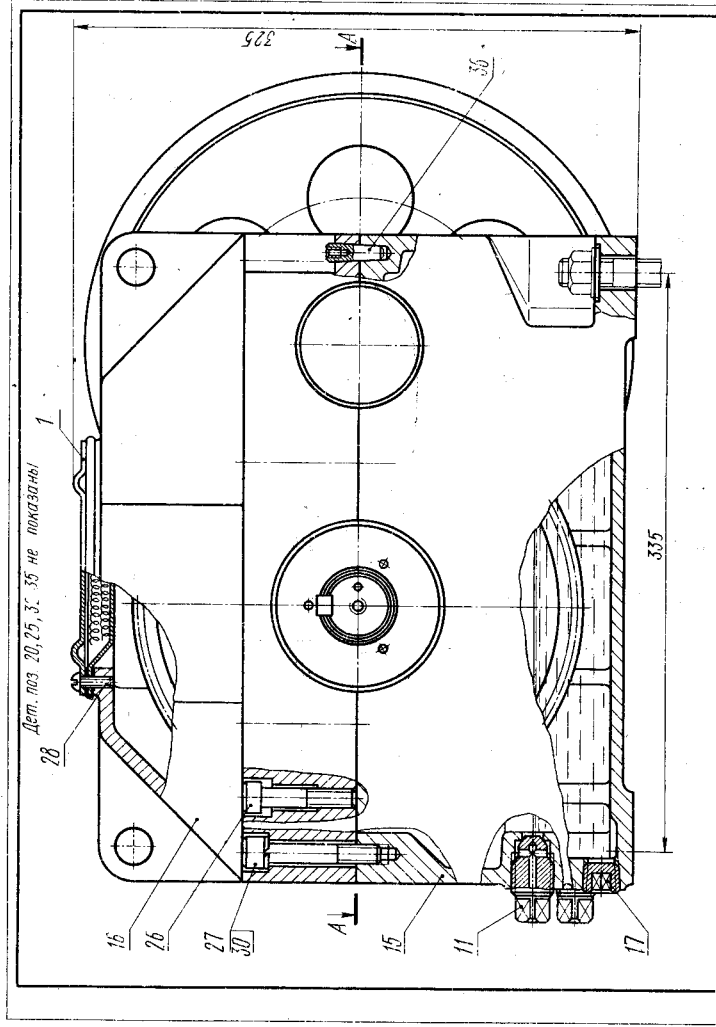


Рис. 13.1. Пример сборочного чертежа цилиндрического одноступенчатого редуктора

г) Главный параметр редуктора — межосевое расстояние a_w зубчатых и червячных передач; внешний делительный диаметр d_{e2} конического колеса — конических.

д) Сопряженные размеры:

диаметры и посадки на валах зубчатых (червячных) колес, муфт, звездочек, шкивов (см. 10.1, п. 4; 10.6, п. 4; 10.7, п. 6); диаметры и посадки на вал и в корпус подшипников качения (см. 10.4, п. 2).

3. Номера позиций (ГОСТ 2.109—73).

а) На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от составных частей (рис. 13.4).

б) Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

в) Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

г) Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается при необходимости повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

д) Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

е) Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций: для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 13.5); для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, и когда на чертеже невозможно подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от

изображения составной части, номер позиции которой указывают первым (рис. 13.6).

ж) Линии-выноски начинаются точкой (если линия-выноска пересекает контур и не отводится от какой-либо линии, см. рис. 13.5) или стрелкой (если линия-выноска отводится от линии видимого или невидимого контура, см. рис. 13.6). Если линия-выноска отводится от всех других линий, кроме контурной, то на конце ее не должно быть ни точки, ни стрелки. Линии-выноски не должны пересекаться, не должны быть параллельны линиям штриховки и не должны по возможности пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым данная надпись не относится. Допускается проводить линии-выноски с одним изломом.

4. Текстовая часть сборочного чертежа (ГОСТ 2.316—68).

Текстовая часть необходима для лучшего понимания конструктивного устройства изделия, взаимосвязи его составных частей и принципа работы изделия. Текстовую часть помещают на свободном поле чертежа. Допускается размещать текст в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 180...185 мм.

Надписи на чертежах должны быть краткими и точными без сокращений слов, кроме общепринятых. Располагать текст следует, как правило, параллельно основной надписи чертежа. *Текстовая часть сборочного чертежа редуктора содержит характеристику основных параметров зубчатой (червячной) передачи редуктора и открытой передачи, техническую характеристику и технические требования* (см. рис. 13.1...13.3).

а) Таблица основных параметров передач помещается над основной надписью и заполняется: по ГОСТ 2.403—75 — для цилиндрических зубчатых колес; по ГОСТ 2.405—75 — для конических зубчатых колес; по ГОСТ 2.406—76 — для цилиндрических червяков и червячных колес.

Содержание таблиц основных параметров передач. Для зубчатой (червячной) передачи: число зубьев шестерни (червяка) и колеса z_1, z_2 ; модуль зацепления m ; угол наклона линии зубьев (витков червяка) β (γ); ширина шестерни (длина нарезаемой части червяка) и колеса b_1, b_2 ; степень точности передачи (ГОСТ 1643—81 — цилиндрической, ГОСТ 1758—81 — конической; ГОСТ 3675—81 — червячной).

Для ременных передач: тип ремня; диаметры ведущего и ведомого шкивов d_1, d_2 ; число клиновых ремней (клиньев) z ; размеры плоского ремня $\delta \times b \times L$; межосевое расстояние.

Для цепной передачи: шаг цепи p ; число зубьев ведущей и ведомой звездочек z_1, z_2 ; длина цепи l ; межосевое расстояние a .

б) Техническая характеристика включает: передаточное число редуктора u ; вращающий момент на тихоходном валу T_2 , Н·м; частоту вращения быстроходного вала n_1 , об/мин.

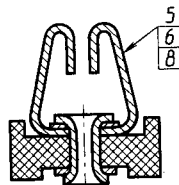
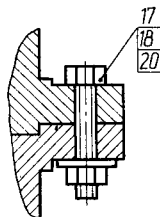


Рис. 13.4. Линия-выноска

Рис. 13.5. Обозначение крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления

Рис. 13.6. Обозначение групп взаимосвязанных деталей при невозможности подвести линию-выноску к каждой из них

Продолжение табл. 13.1

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		20		Муфта 250-40-243 ГОСТ 20884-82	1	Показана полумуфта
				Подшипник ГОСТ 8338-75		
		21		306	2	
		22		309	2	
				Манжета ГОСТ 8752-79		
		23		11-30×52-1	1	
		24		11-45×65-1	1	
		25		Болт М8-8g×20.66.029 ГОСТ 7798-70	1	
				Винт ГОСТ 11738-84		
		26		M12-6g×55.68.029	1	
		27		M12-6g×70.68.029	10	
		28		Винт В.М6-6g×20.48.029 ГОСТ 17473-84	6	
		29		Гайка М20-6Н.21.12Х18Н9Т ГОСТ 5915-70	1	
		30		Шайба 12.65Г.029 ГОСТ 6402-70	10	
		31		Шайба 20.21 ГОСТ 14734-69	1	
		32		Шайба концевая 7019-0627 ГОСТ 14734-69	1	
				Шпонка ГОСТ 23360-78		
		33		10×8×32	1	
		34		12×8×50	2	
		35		Штифт 5т6×20 ГОСТ 3128-70	1	
		36		Штифт 6×25 ГОСТ 9464-79	2	
АБВГ.303115.094					Лист	2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 13.2. Спецификация сборочного чертежа конического одноступенчатого редуктора

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			АБВГ.303144.020СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4	1		АБВГ.305354.020	Крышка -отдушина	1	
A4	2		АБВГ.305441.020	Маслоуказатель	1	
				<u>Детали</u>		
A4	3		АБВГ.711115.020	Шайба регулировочная	1	
A4	4		АБВГ.711141.020	Кольцо	1	
	5		-01	Кольцо	1	
A4	6		АБВГ.711155.020	Шайба регулировочная	1	
A4	7		АБВГ.711345.020	Шайба маслоотбойная	1	
A4	8		АБВГ.711362.020	Крышка	2	
A4	9		АБВГ.711514.020	Винт	1	
A4	10		АБВГ.711554.020	Винт	1	
A4	11		АБВГ.713342.020	Стакан маслозащитный	1	
A4	12		АБВГ.713352.020	Стакан	1	
A4	13		АБВГ.713524.020	Продка	1	
A4	14		АБВГ.714171.020	Насадка	1	
A4	15		АБВГ.715564.020	Вал	1	
A4	16		АБВГ.721363.020	Шестерня	1	
A3	17		АБВГ.722412.020	Вал-шестерня	1	
A3	18		АБВГ.722464.020	Колесо зубчатое	1	
A4	19		АБВГ.725247.020	Шайба уплотнительная	2	
A2	20		АБВГ.732121.020	Основание корпуса	1	
A2	21		АБВГ.732155.020	Крышка корпуса	1	
АБВГ.303144.020						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.						
Пров.						
И контр.						
Утв.						
Редуктор конический одноступенчатый					Лит	Лист
					И	1
					Листов	
					3	
					Группа	

[illegible]

Формат	Возраст	Пол	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		☒		Шайба ГОСТ 11872 - 80		
		44		20.02.029	1	
				30.02.029	1	
		45		Шпонка ГОСТ 23360 - 78		
		46		6 × 6 × 22	1	
		46		8 × 7 × 28	1	
		47		10 × 8 × 36	1	
		☒		Штифт 6 × 25 ГОСТ 9464 - 79	2	

~ ~ ~

Изм	Листы	№ док.	Подп.	Дата	АБВГ. 303144: 020					Листы 3

4. Стандартные изделия. В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по государственным, отраслевым стандартам и стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производится по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия и т. п.) в алфавитном порядке; в каждом наименовании — в порядке возрастания обозначения стандарта; в пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В каталоге (см. табл. K2...K45) приводятся действующие стандарты на изделия, применяемые для изготовления передач, с примерами условного обозначения, необходимыми при составлении спецификации. Стандарты расположены в алфавитном порядке названия изделий.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

а) В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначение которых записывается в графе «Обозначение». Так как заданием проекта предусмотрено выполнение только двух рабочих чертежей, то *форматы остальных рабочих чертежей указывают условно, но в соответствии с размерами деталей.* Для раздела «Стандартные изделия» графа «Формат» не заполняется.

б) Графа «Зона» заполняется только при разбивке чертежа на зоны.

Таблица 13.3. Спецификация сборочного чертежа червячного одноступенчатого редуктора

Продолжение табл. 13.3

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Примечание
				Документация	
A1			АБВГ. 303163.127С6	Сборочный чертеж	
				Сборочные единицы	
A4	1		АБВГ. 303822.127	Колесо червячное	1
A4	2		АБВГ. 305441.127	Маслоуказатель	1
A4	3		АБВГ. 306596.127	Крышка - маслосборник	1
				Детали	
A4	4		АБВГ. 711141.127	Кольцо	2
	5		-01	Кольцо	2
A3	6		АБВГ. 711328.127	Крышка редуктора	1
A4	7		АБВГ. 711345.127	Шайба маслоотбойная	2
A3	8		АБВГ. 711358.127	Крышка редуктора	1
A4	9		АБВГ. 713513.127	Прокладка	1
A3	10		АБВГ. 715434.127	Вал	1
A3	11		АБВГ. 722562.127	Червяк	1
A1	12		АБВГ. 731144.127	Корпус редуктора	1
A3	13		АБВГ. 751821.127	Звездочка	1
A4	14		АБВГ. 754152.127	Прокладка	2
A4	15		АБВГ. 754154.127	Прокладка	2
	16		-01	Прокладка	2
A4	17		АБВГ. 754156.127	Прокладка	1
АБВГ. 303163.127					
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	
Разраб.					
Проед.					
И контр					
Утв.					
Редуктор червячной одноступенчатый				Лист 1	Лист 2
Группа					

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		21		Муфта упругая		Показана
				Втулочно-пальцевая	1	полу-
				63-24-1.2-28-II.2-У3 ГОСТ 71424-75		муфта
		22		Крышка 21-62	1	
				ГОСТ 18511-73		
		23		Крышка 11-62×25	1	
				ГОСТ 18513-73		
		24		Подшипник 7210Н	2	
				ГОСТ 333-79		
		25		Подшипник 46206	2	
				ГОСТ 831-75		
		26		Кольцо 230-240-46-2-4	2	
				ГОСТ 9833-73		
		27		Болт М6-8g×20.66.029	1	
				ГОСТ 7798-70		
				Винт ГОСТ 11738-84		
		28		М6-6g×20.66.029	8	
		29		М8-6g×20.66.029	12	
		30		Винт А.М6-6g×10.46.029	4	
				ГОСТ 17473-84		
		31		Гайка	1	
				М20×1,5-6Н. 5.029		
				ГОСТ 5916-70		
		32		Шайба 20.02.029	1	
				ГОСТ 13465-77		
		33		Шайба 7019-0629	1	
				ГОСТ 14734-69		
				Шпонка ГОСТ 23360-78		
		34		5×5×30	1	
		35		16×10×50	2	
		36		Штифт 4т 6×16	1	
				ГОСТ 3128-70		
АБВГ.303163.127						Лист 2
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

г) В графе «Обозначение» (см. 14.1, п. 4) указывают:

д) В графе «Наименование» указывают: в разделе «Документация» — только название документов: сборочный чертеж; в разделе «Сборочные единицы» — название сборочной единицы; в разделе «Детали» — название рабочих деталей. Если название детали или сборочной единицы состоит из двух (трех) слов, то *сначала пишется имя существительное*, например колесо зубчатое, вал червячный и т. п.; в разделе «Стандартные изделия» — условное обозначение изделия по стандарту и номер ГОСТа.

е) В графе «Кол.» указывают количество деталей на одно специфицируемое изделие; в разделе «Документация» графу не заполняют.

ж) В графе «Примечание» указывают необходимые дополнительные сведения к характеристике деталей или документов.

13.3. Разработка рабочих чертежей деталей редуктора

Рабочие чертежи деталей в совокупности с техническими указаниями должны содержать все данные, определяющие форму, размеры, точность, шероховатость поверхностей, материал, термообработку, отделку и другие сведения, необходимые для изготовления деталей соответствующего качества и для проведения контроля. Качество изготовления чертежей деталей влияет на сроки, стоимость и качество изготовления деталей и машины в целом.

Рабочие чертежи деталей выполняют на чертежной бумаге необходимого формата (см. 14.1, п. 2) в масштабе 1:1 карандашом. Они содержат: изображение детали с нанесенными размерами, предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения, параметры шероховатости поверхностей, технические требования, основную надпись (см. рис. 13.7...13.13)*.

На рабочих чертежах деталей не допускается помещать технологические указания. В виде исключения можно указывать: совместную обработку, притирку, гибку, развальцовку; тип технологической заготовки (отливка, поковка и т. п.).

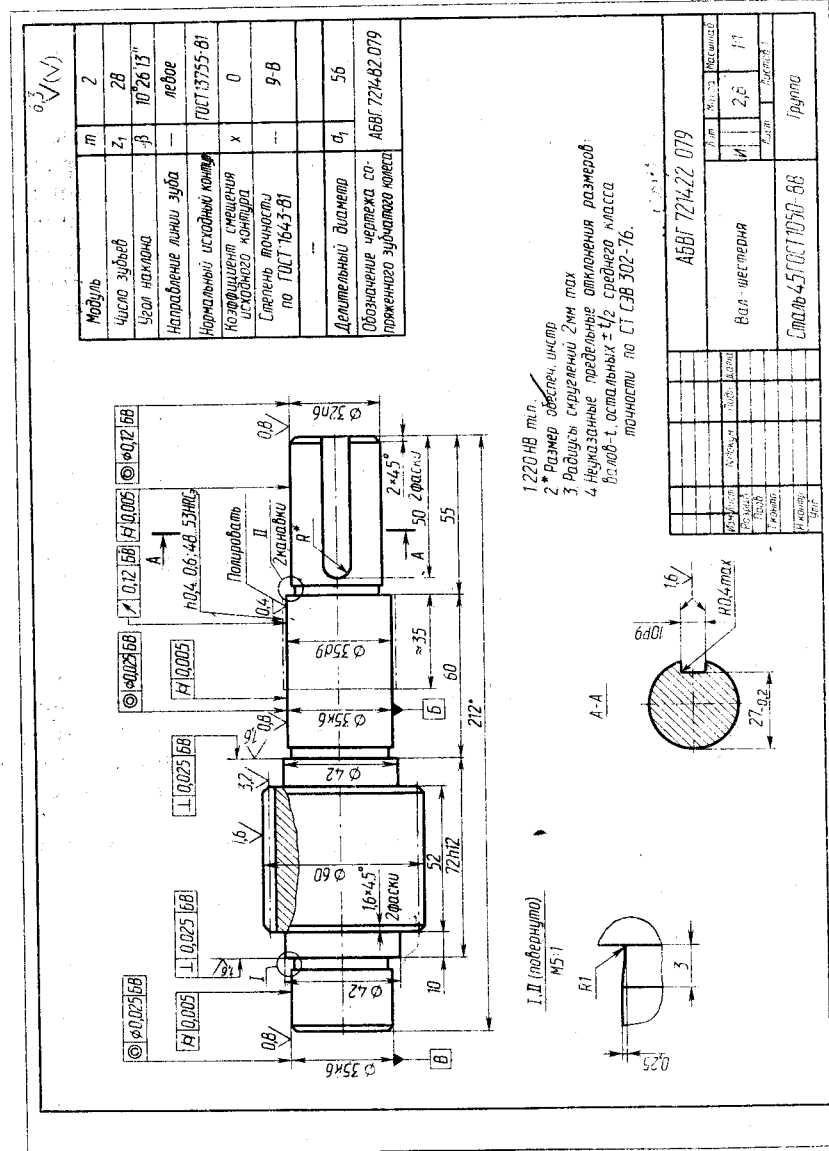


Рис. 13.7. Пример рабочего чертежа вала-шестерни цилиндрической

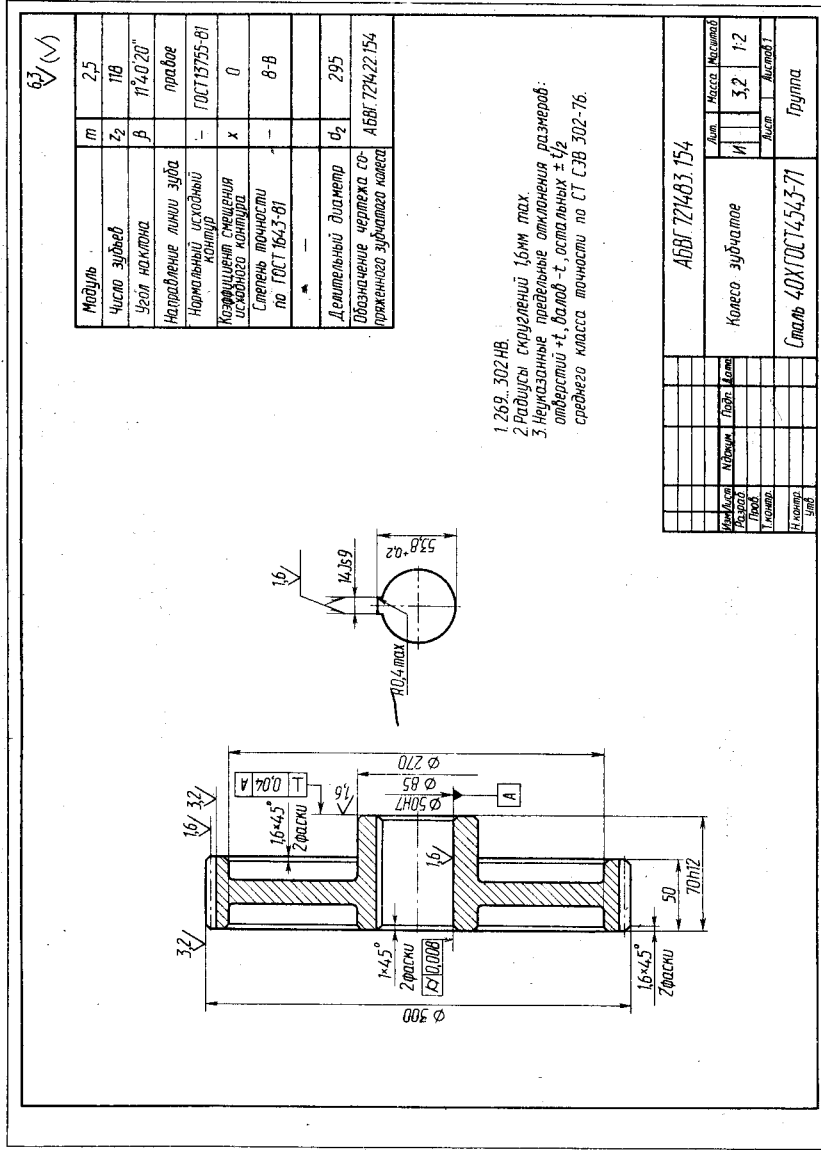


Рис. 13.8. Пример рабочего чертёжа цилиндрического зубчатого колеса

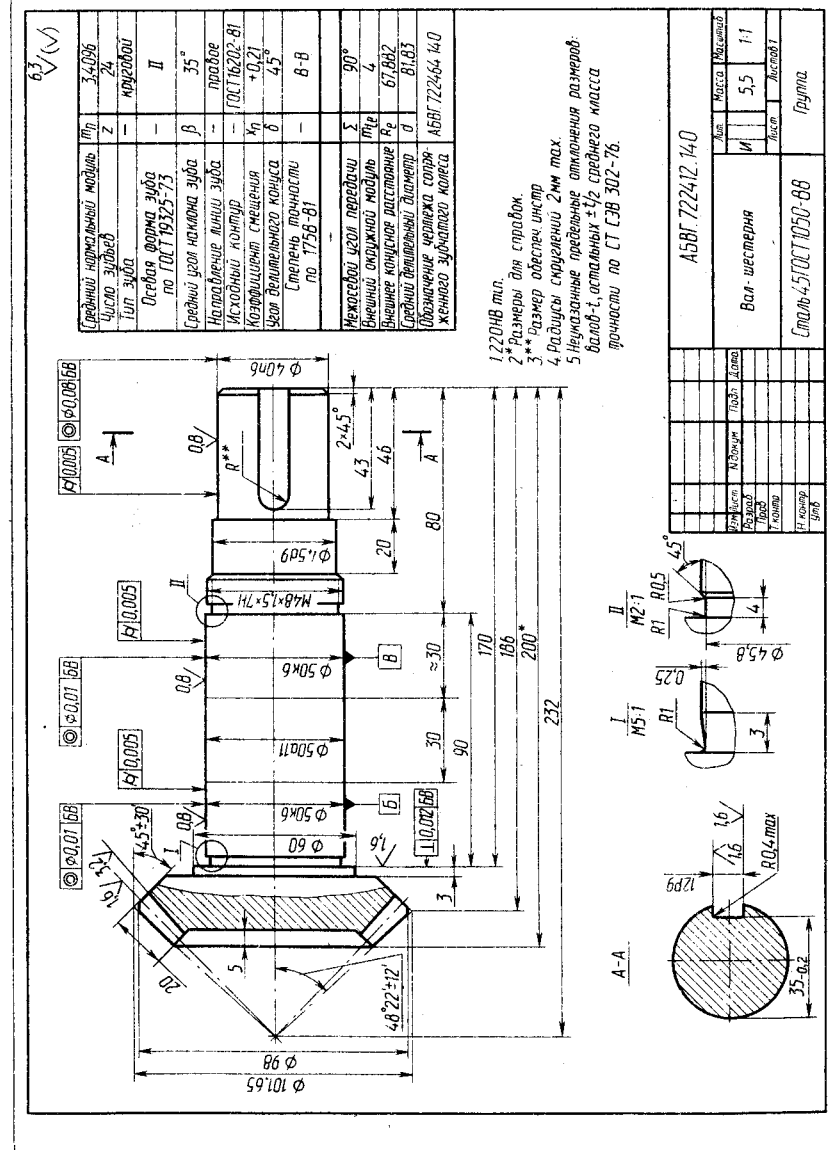


Рис. 13.9. Пример рабочего чертёжа вала-шестерни конической

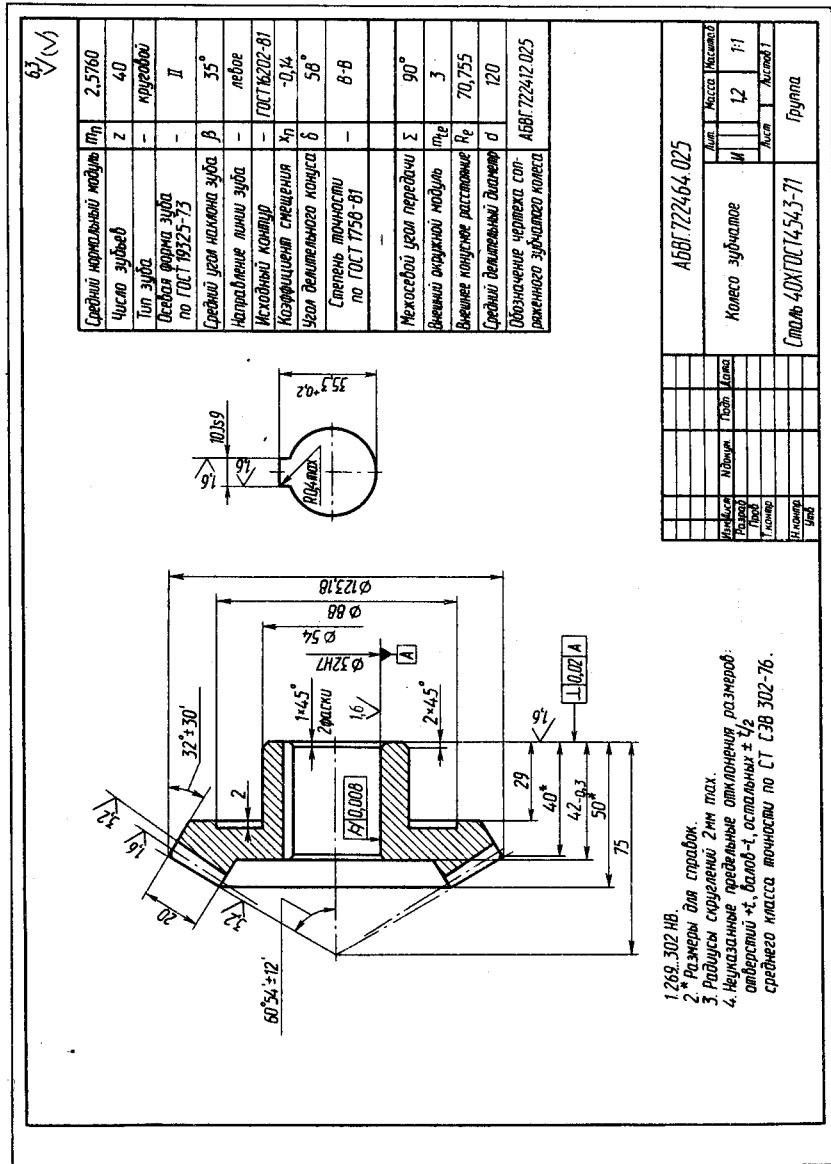


Рис. 13.10. Пример рабочего чертежа конического зубчатого колеса

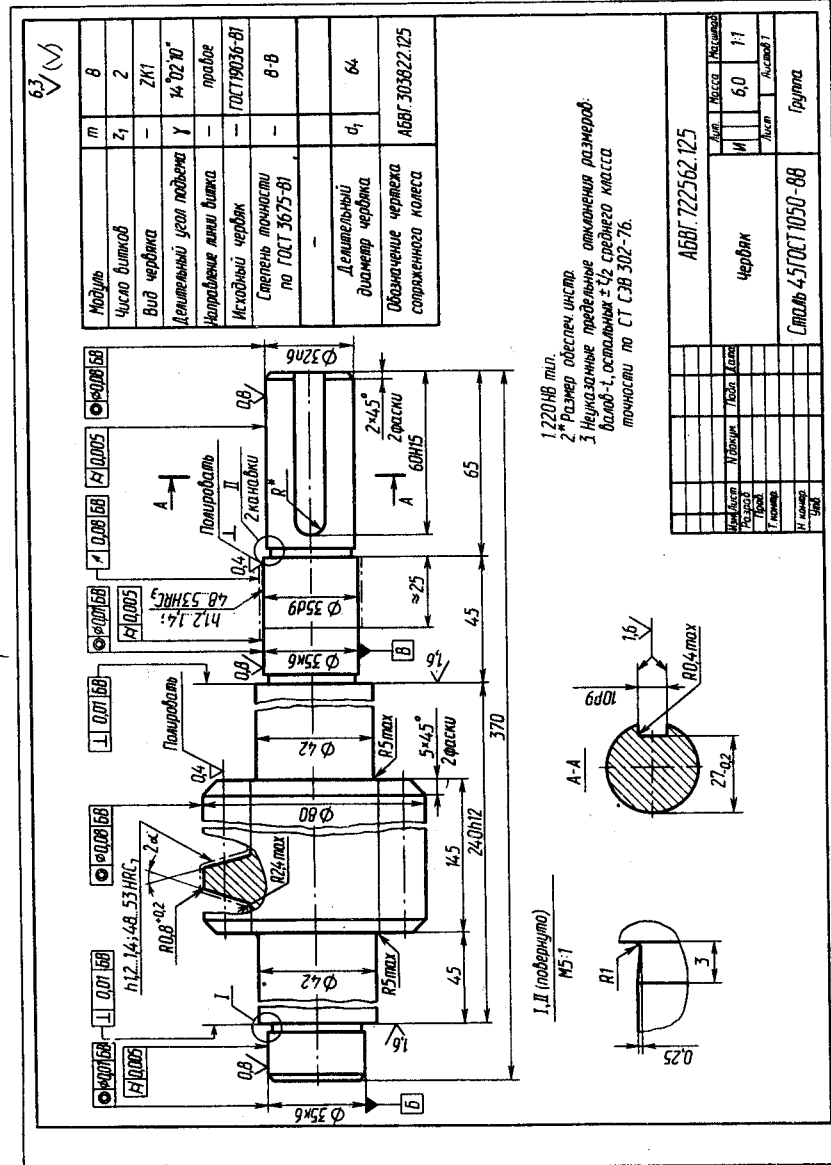


Рис. 13.11. Пример рабочего чертежа вала-червяка

Центровые отверстия на чертежах деталей не изображают и в технических требованиях никаких указаний не приводят, если наличие их конструктивно безразлично. Если в центровом отверстии должна быть резьба, на чертеже приводят только размеры резьбы.

Ниже излагаются общие правила и рекомендации по разработке и выполнению рабочих чертежей деталей.

1. Изображение детали. Изображение детали на чертеже должно содержать минимальное количество видов, разрезов и сечений, достаточное для выявления формы детали и простановки размеров. Лишние изображения затрудняют чтение чертежа. Например, для вала достаточно одного вида с соответствующими сечениями и выносными изображениями отдельных элементов (см. рис. 13.13). Деталь рекомендуется изображать в положении, удобном для чтения чертежа при ее изготовлении, в котором деталь устанавливают на станке. Например, детали, основную обработку которых производят на токарном станке (валы, колеса, шкивы и т. п.), располагают так, чтобы их ось была параллельна основной надписи чертежа. Резец движется обычно справа налево, поэтому на чертеже деталь обращают вправо той стороной, с которой производится большинство токарных операций.

Деталь изображают с теми размерами, обозначениями шероховатостей и другими параметрами, которые она должна иметь перед сборкой.

2. Линейные размеры. Правила нанесения размеров определены ГОСТ 2.307—68. Часть этих правил изучают в курсе машиностроительного черчения. Ниже излагаются правила, которые учащиеся должны освоить при выполнении курсового проекта деталей машин.

а) Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали. При отсутствии какого-либо размера деталь становится неопределенной, а ее изготовление невозможно. Размеры можно проставлять различными способами (см. рис. 13.14), однако при любом способе количество размеров, действительно необходимых для изготовления детали, всегда постоянно.

б) Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях и пр. Повторение размеров может служить причиной брака при изготовлении деталей.

в) К справочным размерам на рабочих чертежах (см. 13.1, п. 2) относятся: один из размеров замкнутой цепи (см. рис. 13.13); размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок; размеры элементов, подлежащих совместной обработке с сопрягаемой деталью (например, отверстия под штифты).

г) Не допускается наносить размеры в виде замкнутой

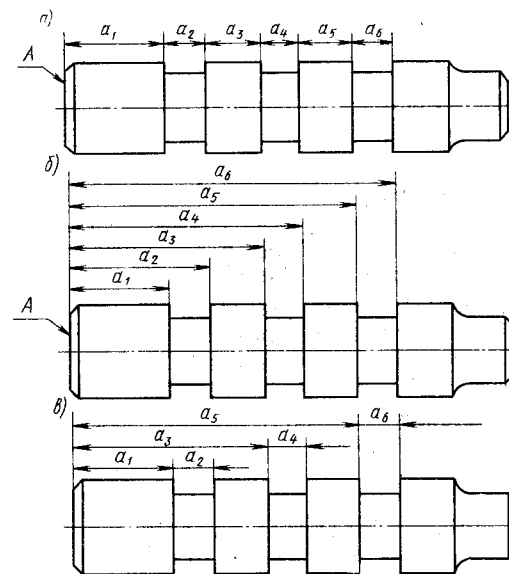


Рис. 13.14. Основные способы простановки размеров:

a — цепной; b — координатный; $в$ — комбинированный

цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный (см. рис. 13.13).

д) Для всех размеров на рабочем чертеже детали указывают предельные отклонения, иначе они становятся неопределенными для производства. Исключение составляют справочные размеры, размеры, разделяющие зоны различной степени точности, шероховатости или термообработки одной и той же поверхности, размеры фасок, галтелей, длины нарезаемой части винтов и других подобных элементов вследствие низких требований к точности этих размеров.

е) Каждый размер на рабочем чертеже детали должен допускать его выполнение и контроль при изготовлении детали.

ж) Размеры следует проставлять на том виде чертежа детали, который соответствует ее виду при наблюдении в процессе обработки.

з) Существует три основных способа простановки размеров: цепной способ (см. рис. 13.14, a) обеспечивает точность расположения каждого последующего элемента относительно предыдущего. Однако точность расположения элементов относительно некоторой общей базы A последовательно уменьшается. Цепной способ применяют, например, для простановки размеров межосевых расстояний отверстий для валов в корпусах зубчатых передач, где важны именно эти расстояния;

при координатном способе (см. рис. 13.14, б) размеры проставляют от одной базы A . Этим обеспечивается точность расстояний между самими элементами;

комбинированный способ (см. рис. 13.14, в) состоит из цепного и координатного способов. Его используют для уменьшения ошибок в наиболее точных размерах.

и) Размеры следует наносить так, чтобы в первую очередь обеспечивались конструктивные требования, т. е. простановка размеров должна согласовываться в первую очередь с характером и точностью сопряжения данной детали с другими.

к) Одновременно, но не в ущерб конструктивным требованиям простановка размеров должна являться фактором повышения технологичности обработки и контроля деталей.

3. Посадки и предельные отклонения размеров. Сведения о допусках и посадках изложены в соответствующем курсе. Здесь приводятся основные термины и обозначения ЕСДП (ГОСТ 25346—82; 25347—82) и даются общие рекомендации по определению и выбору допусков и посадок деталей передач (подробно см. 10.1, п. 4; 10.3; 10.4, п. 2; 10.6, п. 4; 10.7, п. 6).

Номинальным размером называют размер изделия, полученный по расчету или выбранный по конструктивным соображениям. Изготовленные изделия всегда имеют некоторые отклонения от номинальных размеров.

Для того чтобы изделие отвечало своему целевому назначению, его размеры должны выдерживаться между двумя

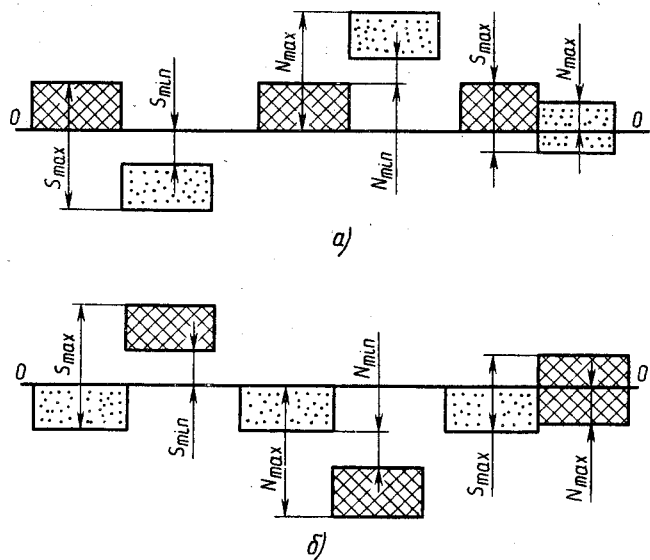


Рис. 13.15. Поля допусков:
а — в системе отверстия; б — в системе вала

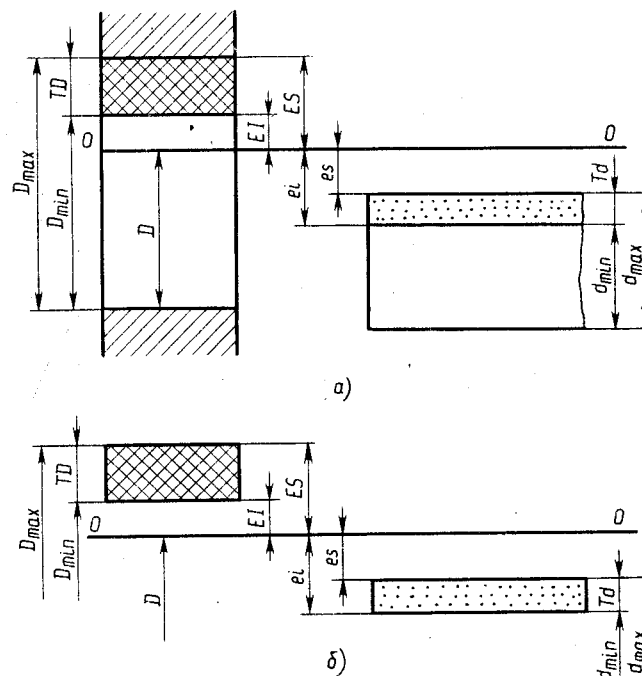


Рис. 13.16. Поля допусков отверстия и вала:
а — отверстие и вал с полями допусков; б — упрощенная схема полей допусков: D_{max} и D_{min} — наибольший и наименьший предельные размеры отверстия; TD — допуск отверстия; d_{max} и d_{min} — наибольший и наименьший предельные размеры вала; Td — допуск вала, 00 — нулевая линия, положение которой соответствует номинальному размеру; ES и es — верхние отклонения отверстия и вала; EI и ei — нижние отклонения отверстия и вала

допустимыми предельными размерами, разность которых образует допуск. Зону между наибольшими и наименьшими предельными размерами называют полем допуска.

На рис. 13.15 показан графический способ изображения допусков и отклонений (поле допуска отверстия — охватываемая деталь — заштриховано клеткой, а поле допуска вала — охватываемая деталь — заштриховано точками).

К различным соединениям предъявляют неодинаковые требования в отношении точности. Поэтому система допусков содержит 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, 3, ..., 17, расположенных в порядке убывания точности. Характер соединения деталей называют посадкой. Характеризует посадку разность размеров деталей до сборки.

Посадки могут обеспечивать в соединении зазор S или натяг N . Переходные посадки могут иметь или зазор, или

натяг; они характеризуются наибольшим зазором $S_{\max}$ и наибольшим натягом $N_{\max}$.

Разнообразные посадки удобно получать, изменяя положение поля допуска или вала, или отверстия, оставляя для всех посадок поле допуска одной детали неизменным (рис. 13.16). Деталь, у которой положение поля допуска остается без изменения и не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. Если этой деталью является отверстие, то соединение выполнено в системе отверстия (рис. 13.16, а); если основной деталью является вал, — в системе вала (рис. 13.16, б). У основного отверстия нижнее отклонение $EI=0$. Поле допуска направлено в сторону увеличения номинального размера. У основного вала верхнее отклонение $es=0$. Поле допуска направлено в сторону уменьшения номинального размера.

Основные отклонения обозначают буквами латинского алфавита: для отверстий — прописными A, B, C и т. д.; для валов — строчными a, b, c и т. д. Преимущественно назначают посадки в системе отверстия с основным отверстием H , у которого $EI=0$.

Для посадок с зазором рекомендуют применять неосновные валы f, g, h ; для переходных посадок — j_s, k, m, n ; для посадки с натягом — p, r, s .

Посадки обозначают комбинациями условных обозначений полей допусков. Например, $\varnothing 40 \frac{H7}{f7}$ означает соединение двух деталей с номинальным диаметром 40 мм, обработанных по полям допусков $H7$ и $f7$, в системе отверстия. Цифры означают номер квалитета. Та же посадка в системе вала обозначается $\varnothing 40 \frac{F7}{h7}$.

При назначении посадок следует пользоваться такими рекомендациями: при неодинаковых допусках отверстия и вала больший допуск должен быть у отверстия, например $\frac{H7}{m6}$; допуски отверстия и вала могут отличаться не более чем на два квалитета.

В табл. 13.5...13.9 приведены значения допусков, основных отклонений в системе отверстия и вала и рекомендации по выбору предпочтительных посадок в системе отверстия.

4. Предельные отклонения 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 формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.308—79. Эти обозначения состоят из графического символа,

Рис. 13.17. Обозначение допусков в рамке:
а — допуск круглости; б — допуск параллельности

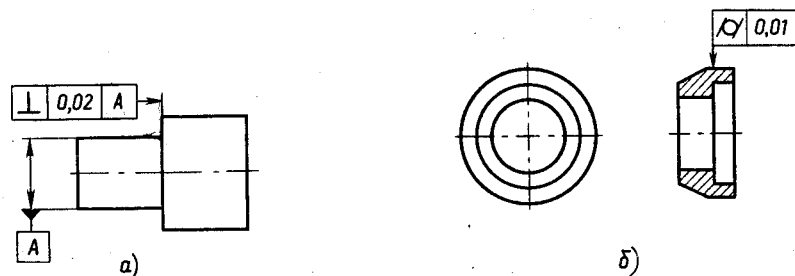
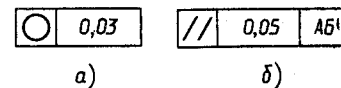


Рис. 13.18. Соединение рамки с поверхностью:
а — допуск перпендикулярности поверхности; б — допуск цилиндричности формы

Таблица 13.4. Знаки условного обозначения отклонений формы и расположения поверхностей

Допуск	Знак	Допуск	Знак
Круг- лости		Пер- пендику- лярности	
Цилин- дричности		Ради- ального биения	
Соос- ности		Сим- метрич- ности	
Парал- лельности		Пози- ционный	

обозначающего вид допуска (табл. 13.4), числового значения допуска в миллиметрах (см. табл. 13.10...13.12) и буквенного обозначения базы или поверхности, с которой связан допуск расположения. На чертежах условное обозначение указывают в прямоугольных рамках. На рис. 13.17, *а* условно изображен допуск круглости формы 0,03 мм, а на рис. 13.17, *б*—допуск параллельности поверхности 0,05 мм относительно баз *А* и *Б*. С элементом, к которому относится допуск, рамку соединяют сплошной тонкой линией, оканчивающейся стрелкой; эту линию называют соединительной (рис. 13.18, *а*, *б*).

Базы обозначают зачерненным равносоставленным треугольником, высота которого равна высоте размерных чисел. Если базой является поверхность, то основание треугольника располагают на контурной линии или на ее продолжении, а соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии. Если базой является ось или плоскость симметрии, то, наоборот, соединительная линия должна быть продолжением размерной (рис. 13.19, *а*, *б*).

5. Шероховатость поверхностей. ГОСТ 2789—73 устанавливает следующие параметры шероховатости поверхностей: R_a —среднее арифметическое отклонение профиля; R_z —высота неровностей профиля по десяти точкам; $R_{\max}$ —наибольшая высота неровностей профиля; t_p —относительная опорная длина профиля, где p —числовое значение уровня сечения профиля.

Параметр R_a является основным для деталей в машиностроении. Параметр R_z следует назначать на несопрягаемые обработанные поверхности, а также на поверхности, получаемые литьем, ковкой и др. Значение шероховатости указывают: для параметров R_a —без символа (например, 0,5); для параметров R_z —после символа (например, $R_z 20$).

Для обозначения на чертежах шероховатости поверхностей применяют знаки, изображенные на рис. 13.20. На рис. 13.20, *а* показана форма знака. Высоту h принимают равной высоте размерных чисел на чертеже, высоту H —в зависимости от объема записи: $H=(1,5...3,0)h$.

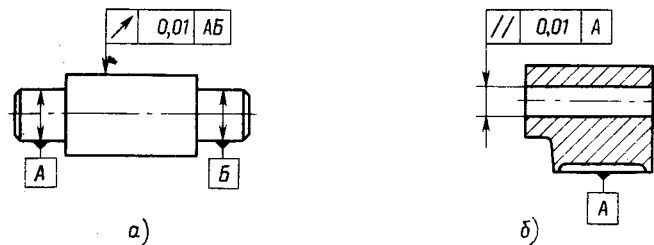


Рис. 13.19. Обозначение допусков:

а—по отношению к поверхности; *б*—по отношению к оси симметрии

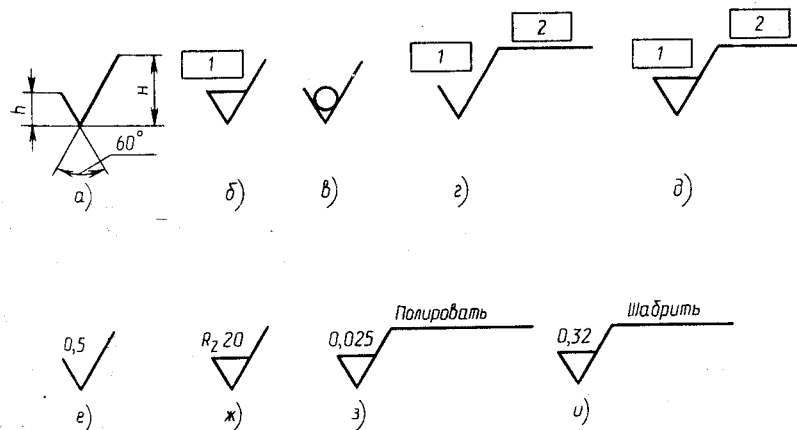


Рис. 13.20. Обозначение шероховатости поверхности

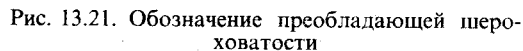
Если вид обработки поверхности конструктор не устанавливает, применяют изображение знака по рис. 13.20, *а*. Этот способ обозначения предпочтителен. Если требуется, чтобы поверхность была образована обязательно удалением слоя материала (шлифование, полирование и т. п.), применяют изображение знака, показанного на рис. 13.20, *б*. Для обозначения шероховатости поверхностей, не обрабатываемых по данному чертежу, применяют изображение, показанное на рис. 13.20, *в*.

На месте прямоугольника 1 (рис. 13.20, *б*, *г*, *д*) записывают числовые значения параметров R_a или R_z (рис. 13.20, *е*, *ж*); на месте прямоугольников 2 (рис. 13.20, *г*, *д*)—вид обработки поверхности (рис. 13.20, *з*, *и*).

Обозначение шероховатости поверхностей на изображении детали располагают на линиях контура, на выносных линиях в непосредственной близости от размерной линии или на полках линий-выносок, при недостатке места—на размерной линии или на ее продолжении. Эти обозначения лучше располагать в верхних участках изображения детали, где они лучше читаются (см. рис. 13.7...13.13).

Предпочтительно нормировать параметр R_a . Числовое значение параметра шероховатости R_a можно принимать: для посадочных поверхностей отверстий и валов по табл. 13.13; для других поверхностей деталей—по табл. 13.14.

Обозначение преобладающей шероховатости, обычно наиболее грубой, показывают в правом верхнем углу чертежа (рис. 13.21, *а*). Толщина линий и высота знака, заключенного в скобки, такая же, как в изображении на чертеже, а перед скобкой—в 1,5 раза больше.



6. Текстовая часть рабочего чертежа. Текстовая часть рабочего чертежа необходима для лучшего понимания изображения детали и точного ее изготовления. Текстовая часть рабочих чертежей валов содержит только технические требования. Текстовая часть рабочих чертежей зубчатых и червячных колес, а также валов-червяков содержит таблицу параметров

Большинство деталей машин подвергают термической обработке: улучшению, объемной или поверхностной закалке, цементации с последу-

Рис. 13.22. Таблица параметров зубчатых (червячных) колес

В первой части таблицы приводят: внешний окружной модуль t_e для прямозубого колеса; средний нормальный модуль t_n для колеса с круговыми зубьями; число зубьев z ; тип зуба — прямой, круговой; осевую форму зуба по ГОСТ 19325—73 для колес с круговыми зубьями (для проектируемых колес форма зуба — II); направление линии зуба — правое, левое; исходный контур со ссылкой на ГОСТ 13754—81 для колес с прямыми зубьями, ГОСТ 15202—81 для колес с круговыми зубьями; коэффициент смещения с соответствующим знаком: внешний окружной x_e для колес с прямыми

зубьями, средний нормальный x_n для колес с круговыми зубьями (при отсутствии смещения в графе проставляют 0); угол делительного конуса δ ; вид сопряжения и степень точности по ГОСТ 1758—81.

В третьей части таблицы приводят: межосевой угол передачи Σ ; средний окружной модуль m для прямозубого колеса, внешний окружной модуль m_{te} для колеса с круговыми зубьями; внешнее конусное расстояние R_e ; средний делительный диаметр d ; обозначение чертежа сопряженного колеса.

Червяки. Таблица параметров вала-червяка выполняется в соответствии с ГОСТ 2.406—76 (см. рис. 13.11; табл. 4.11).

В первой части таблицы приводят: модуль m ; число витков z_1 ; вид червяка: архимедов— ZA , эвольвентный— $Z1$, образованный конусом— $ZK1$; 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.

Червячные колеса. Таблица параметров червячных колес выполняется в соответствии с ГОСТ 2.406—76 (см. рис. 13.12; табл. 4.11).

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_1 ; обозначение чертежа сопряженного червяка.

7. Основная надпись. Основная надпись на рабочих чертежах выполняется по форме 1 (см. рис. 14.1). Графы основной надписи заполняют в соответствии с рекомендациями табл. 14.1 и 14.2.

Таблица 13.5. Значения допусков, мкм

Интервалы размеров, мм	Квалитеты															
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Св. 3 до 6	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	
» 6 » 10	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	
» 10 » 18	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	
» 18 » 30	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	
» 30 » 50	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	
» 50 » 80	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	
» 80 » 120	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	
» 120 » 180	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
» 180 » 250	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	
» 250 » 315	12	15	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	
» 315 » 400	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	
» 400 » 500	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	

Таблица 13.6. Значения допусков t (СТ СЭВ 302—76), мм

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

Таблица 13.7. Значения основных

Отклонения		Нижнее отклонение EI							
Обозначение	Буква	C	D	E	F	G	H	J_s	K
	Квалитет	Все квалитеты							до 8
Интервал размеров, мм	Св. 3 до 6	+70	+30	+20	+10	+4	0	Предельные отклонения $\pm \frac{IT}{2}$	$-1+\Delta$
	» 6 » 10	+80	+40	+25	+13	+5	0		$-1+\Delta$
	» 10 » 14	+95	+50	+32	+16	+6	0		$-1+\Delta$
	» 14 » 18								$-1+\Delta$
	» 18 » 24	+110	+65	+40	+20	+7	0		$-2+\Delta$
	» 24 » 30								$-2+\Delta$
	» 30 » 40	+120	+80	+50	+25	+9	0		$-2+\Delta$
	» 40 » 50	+130							$-2+\Delta$
	» 50 » 65	+140	+100	+60	+30	+10	0		$-2+\Delta$
	» 65 » 80	+150							$-2+\Delta$
	» 80 » 100	+170	+120	+72	+36	+12	0		$-3+\Delta$
	» 100 » 120	+180							$-3+\Delta$
	» 120 » 140	+200	+145	+85	+43	+14	0		$-3+\Delta$
	» 140 » 160	+210							
» 160 » 180	+230								

отклонений отверстий, мкм

Верхнее отклонение ES									Δ , мкм			
M		N		от P до T	P	R	S	T				
до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7	свыше 8				5	6	7	8
$-4 + \Delta$	-4	$-8 + \Delta$	0	Откло- нение, как для квали- тетов св.7, увеличение на Δ	-12	-15	-19	-	1	3	7	8
$-6 + \Delta$	-6	$-10 + \Delta$	0		-15	-19	-23	-	2	3	6	7
$-7 + \Delta$	-7	$-12 + \Delta$	0		-18	-23	-28	-	3	3	7	9
$-8 + \Delta$	-8	$-15 + \Delta$	0		-22	-28	-35	$\begin{matrix} - \\ -41 \end{matrix}$	3	4	8	12
$-9 + \Delta$	-9	$-17 + \Delta$	0		-26	-34	-43	$\begin{matrix} -48 \\ -54 \end{matrix}$	4	5	9	14
$-11 + \Delta$	-11	$-20 + \Delta$	0		-32	$\begin{matrix} -41 \\ -43 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -53 \\ -59 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -66 \\ -65 \end{matrix}$	5	6	11	16
$-13 + \Delta$	-13	$-23 + \Delta$	0		-37	$\begin{matrix} -51 \\ -54 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -71 \\ -79 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -91 \\ -104 \end{matrix}$	5	7	13	19
$-15 + \Delta$	-15	$-27 + \Delta$	0		-43	$\begin{matrix} -63 \\ -65 \\ -68 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -92 \\ -100 \\ -108 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -122 \\ -134 \\ -146 \end{matrix}$	6	7	15	23

Таблица 13.8. Значения

Отклонения		Верхнее отклонение es						
Обозначение	Буква	c	d	e	f	g	h	j_s
	Квалитет	Все квалитеты						
Интервал размеров, мм	Св. 3 до 6	-70	-30	-20	-10	-4	0	Предельные отклонения $\pm \frac{IT}{2}$
	» 6 » 10	-80	-40	-25	-13	-5	0	
	» 10 » 14	-95	-50	-32	-16	-6	0	
	» 14 » 18							
	» 18 » 24	-110	-65	-40	-20	-7	0	
	» 24 » 30							
	» 30 » 40	-120	-80	-50	-25	-9	0	
	» 40 » 50	-130						
	» 50 » 65	-140	-100	-60	-30	-10	0	
	» 65 » 80	-150						
	» 80 » 100	-170	-120	-72	-36	-12	0	
	» 100 » 120	-180						
	» 120 » 140	-200	-145	-85	-43	-14	0	
	» 140 » 160	-210						
	» 160 » 180	-230						
	» 180 » 200	-240	-170	-100	-50	-15	0	
	» 200 » 225	-260						
	» 225 » 250	-280						

основных отклонений валов, мкм

Нижнее отклонение ei												
k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
4...7	до 3 св. 7	Все квалитеты										
+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	—	+23	—	+28	—	+35
+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	—	+28	—	+34	—	+42
+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	—	+33	—	+40	—	+50
									+39	+45	—	+60
+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	—	+41	+47	+54	+63	+73
							+41	+48	+55	+64	+75	+88
+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112
							+54	+70	+81	+97	+114	+136
+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172
					+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210
+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258
					+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310
+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365
					+65	+100	+134	+199	+228	+280	+340	+415
					+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465
+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520
					+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575
					+84	+140	+196	+340	+340	+425	+520	+640

Таблица 13.9. Рекомендуемые посадки в системе отверстия

Основное отверстие	Основные отклонения валов								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j_s</i>
	Посадки								
H5							$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{j_s4}$
H6						$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{j_s5}$
H7			$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e7}$; $\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{j_s5}$
H8			$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f7}$; $\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{j_s7}$
				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$	
H9				$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e8}$; $\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f8}$; $\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9}{h8}$; $\frac{H9}{h9}$	
H10				$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h9}$; $\frac{H10}{h10}$	
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$	
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$	

Примечание. □ — предпочтительные посадки.

Таблица 13.10. Допуск формы цилиндрических поверхностей, мкм

Интервал размеров, мм	Квалитеты			
	6	7	8	9
Св. 10 до 18	3	5	8	12
» 18 » 30	4	6	10	16
» 30 » 50	5	8	12	20
» 50 » 80	6	10	16	25
» 80 » 120	6	10	16	25
» 120 » 180	8	12	20	30
» 180 » 250	8	12	20	30

Примечание. Числовые допуски должны быть округлены в ближайшую сторону до стандартных по ГОСТ 24643—81 из ряда, мкм: 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 40; 50; 60.

при номинальных размерах от 1 до 500 мм (ГОСТ 25347—82)

Основные отклонения валов										
<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>z</i>
Посадки										
$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H5}{n4}$								
$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$					
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$; $\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u7}$			
$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$		$\frac{H8}{u8}$		$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$

Таблица 13.11. Допуски параллельности и перпендикулярности, мкм (ГОСТ 24643—81)

Интервал размеров, мм	Степень точности			
	6	7	8	9
Св. 16 до 25	6	10	16	25
» 25 » 40	8	12	20	30
» 40 » 63	10	16	25	40
» 63 » 100	12	20	30	50
» 100 » 160	16	25	40	60
» 160 » 250	20	30	50	80
» 250 » 400	25	40	60	100

Таблица 13.12. Допуски соосности, мкм

Интервал размеров, мм	Подшипники конические роликовые	Зубчатые колеса	Червячные колеса	Подшипники шариковые радиальные и радиально- упорные
		7-й и 8-й степеней точности		
Св. 18 до 30	10	16	25	25
» 30 » 50	12	20	30	30
» 50 » 120	16	25	40	40
» 120 » 250	20	30	50	50
» 250 » 400	25	40	60	60

Таблица 13.13. Шероховатость R_a для посадочных поверхностей отверстий и валов

Интервалы размеров, мм	Отверстие			Вал		
	Квалитеты					
	7	8	9	6,7	8	9
	R_a , мкм					
Свыше 18 до 50	0,8	1,6	3,2	0,8	0,8	1,6
» 50 » 120	1,6		3,2	1,6	3,2	
» 120 » 500	1,6	3,2		1,6	3,2	

Таблица 13.14. Шероховатость R_a для поверхностей некоторых деталей

Вид поверхности	R_a , мкм
Торцы заплечиков валов для базирования: а) подшипников качения класса точности 0 б) зубчатых, червячных колес при отношении длины отверстия к диаметру $l/d \leq 0,8$ в) то же, при отношении $l/d > 0,8$	1,6 1,6 3,2
Поверхности валов под резиновые манжеты	0,4
Канавки, фаски, радиусы галтелей на валах	6,3
Поверхности шпоночных пазов на валах: рабочая нерабочая	3,2 6,3

Продолжение табл. 13.14

Вид поверхности	R_a , мкм
Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, базирующихся по торцу заплечиков валов, при отношении длины отверстия к диаметру $l/d \leq 0,8$ То же, при отношении $l/d > 0,8$	1,6 3,2
Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, по которым базируют подшипники качения, классов точности 0	1,6
Свободные (нерабочие) торцевые поверхности зубчатых, червячных колес	6,3
Профили зубьев зубчатых, червячных колес степеней точности: 6 7 8 9	0,4 0,8 1,6 3,2
Витки червяков степеней точности: 6 7 8 9	0,2 0,4 0,8 1,6
Поверхности выступов зубьев колес, витков червяков, звездочек цепных передач	6,3
Фаски и выточки на колесах Поверхности шпоночных пазов в отверстиях колес: рабочая нерабочая	6,3 1,6 3,2
Рабочая поверхность шкивов ременных передач	3,2
Рабочая поверхность зубьев звездочек цепных передач	3,2
Отверстия под болты, винты	12,5
Опорные поверхности под головки болтов, винтов, гаек	6,3

Таблица 13.15. Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636—69), мм

Ряды			Дополнитель- ные размеры	Ряды			Дополнитель- ные размеры	Ряды			Дополнитель- ные размеры
$R_a 10$	$R_a 20$	$R_a 40$		$R_a 10$	$R_a 20$	$R_a 40$		$R_a 10$	$R_a 20$	$R_a 40$	
8,0	8,0	8,0	8,2	40	40	40	41	200	200	200	205
		8,5	8,8			42	44			210	
	9,0	9,0	9,2		45	45	46		220	220	230
		9,5	9,8			48	49			240	
10	10	10	10,2	50	50	50	52	250	250	250	
		10,5	10,8			53	55			260	
	11	11	11,2		56	56	58		280	280	270
		11,5	11,8			60	62			300	290
12	12	12	12,5	63	63	63	65	320	320	320	330
		13				67				340	
	14	14	13,5		71	71	70		360	360	350
		15	14,5			75	73			380	370
			15,5				78				

16	16	16	16,5	80	80	80	82	400	400	400	410
		17	17,5			85				420	440
	18	18	18,5		90	90	92		450	450	460
		19	19,5			95	98			480	490
20	20	20	20,5	100	100	100	102	500	500	500	515
		21				105				530	
	22	22	21,5		110	110	108		560	560	545
		24	23,0			120	112			600	580
25	25	25		125	125	125	118	630	630	630	615
		26				130				670	650
	28	28	27		140	140	135		710	710	690
		30	29			150	145			750	730
32	32	32	31	160	160	160	155	800	800	800	775
		34	33			170	165			850	825
	36	36	35		180	180	175		900	900	875
		38	37			190	185			950	925
			39				195				975

Характерные ошибки:

1. Не соблюдены нормы и правила ЕСКД при выполнении сборочного чертежа привода редуктора и рабочих чертежей деталей.
2. Не соблюдены нормы и правила ЕСПД при выполнении рабочих чертежей деталей.
3. Неправильно проставлены размеры на проекциях сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей.
4. Неправильно выбраны посадки деталей редуктора и элементов открытых передач.
5. Отсутствует текстовая часть на сборочном чертеже.
6. Неправильно составлены или отсутствуют таблицы параметров передач на сборочном чертеже и на рабочих чертежах деталей.
7. Неправильно или неполно составлена спецификация сборочного чертежа.
8. Неправильно проставлены условные обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей на проекциях рабочих чертежей деталей.
9. Неправильно выбраны и указаны шероховатости на рабочих чертежах деталей.
10. Не соблюдены нормы и правила ЕСКД по оформлению сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей.
11. Неправильно или неполно оформлена основная надпись на чертежах.
12. Неправильно составлены обозначения документа, проставляемого в графе 2 основной надписи сборочного и рабочих чертежей.
13. Не соблюден чертежный шрифт.

ЗАДАЧА 14

КОМПЛЕКТАЦИЯ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОЕКТА

Цель: 1. Скомплектовать конструкторскую документацию проекта.

2. Оформить конструкторскую документацию проекта в соответствии с требованиями ЕСКД.

Комплектацией и оформлением конструкторской документации заканчивается работа над курсовым проектом. Она требует от учащегося-конструктора достаточных навыков по черчению и чистописанию, грамотности. Эта работа выполняется в соответствии с ЕСКД по ГОСТ 2.109—79.

14.1. Последовательность комплектации конструкторских документов и заполнение основной надписи

1. Последовательность комплектации. Все расчеты, эскизы, чертежи, спецификации и т. п., выполненные в черновике, оформляются на писчей нелинованной бумаге, миллиметровке, чертежной бумаге соответствующих форматов (см. 14.2) и комплектуются в общую папку в такой последовательности.

- а) Титульная надпись проекта.
- б) Титульный лист проекта.
- в) Техническое задание.
- г) Кинематическая схема машинного агрегата (задача 1).
- д) Титульный лист эскизного проекта; ведомость эскизного проекта; эскизная компоновка редуктора (задача 7); пояснительная записка эскизного проекта (задачи 2...9).

е) Титульный лист технического проекта; ведомость технического проекта; конструктивная компоновка привода (задача 10); пояснительная записка технического проекта (задачи 10...12).

ж) Титульный лист рабочего проекта; спецификация; сборочный чертеж редуктора (см. 14.2, п.15) и рабочие чертежи деталей (задача 13); список литературы.

Форма 2а — для последующих листов
чертежей(схем) и текстовых документов

185

7	10	23	15	10	110	10
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)	Лист (7)
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3×5=15	8 7

Форма 2 — для первого листа
текстовых документов

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15
Разраб.					Лит.
Пров.					Лист
(10)	(11)	(12)	(13)	(9)	Листов (8)
Н. контр.					5 5 5 15 20
Утв.					

Форма 1 — для чертежей и схем

70 50

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15
Разраб.					Лит.
Пров.					Масса
Т. контр.					Масштаб
(10)	(11)	(12)	(13)	(9)	5 5 5 17 18
Н. контр.					Лит. (7) Листов (8)
Утв.					20

Рис. 14.1. Основная надпись по ГОСТ 2.104—68

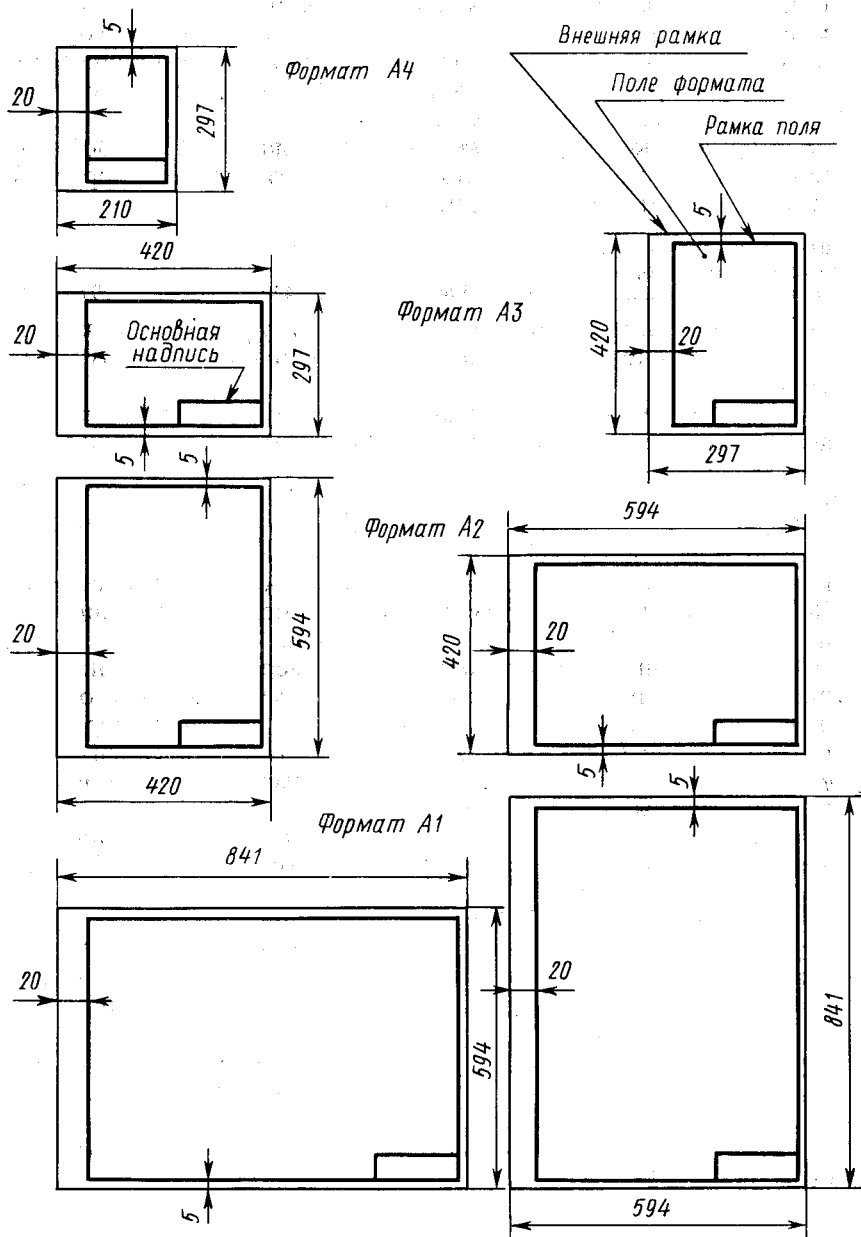


Рис. 14.2. Форматы листов конструкторской документации

В соответствии с ГОСТ 2.103—68 вышеперечисленным документам присваивается соответствующая литера, которая проставляется в графе 4 основной надписи (см. рис. 14.1): документам эскизного проекта — литера Э, документам технического проекта — литера Т; документам рабочего проекта, предназначенного для разового изготовления одного или нескольких изделий, — литера И.

2. Форматы конструкторской документации. ГОСТ 2.301—68 устанавливает следующие основные форматы листов чертежей и других документов (см. рис. 14.2):

Обозначение формата ...	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	1189 × 841	594 × 841	594 × 420	297 × 420	297 × 210

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

3. Заполнение основной надписи конструкторской документации. Конструкторская документация проекта, выполненная на соответствующих форматах, снабжается основными надписями.

ГОСТ 2.104—68 устанавливает форматы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах, предусмотренных стандартами ЕСКД (в учебных проектах таблица изменений в основной надписи — графы 14...18 — не заполняется).

а) Содержание, расположение и размеры граф основных надписей (см. рис. 14.1) должны соответствовать: для общих видов, сборочных чертежей приводов и рабочих чертежей деталей — *форме 1*; для первых листов текстовых документов — *форме 2*; для последующих листов текстовых документов чертежей и схем — *форме 2а*.

б) Основные надписи и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303—68.

в) Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторского документа. На листах формата А4 по ГОСТ 2.301—68 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа (см. рис. 14.2). Графы основной надписи (номера граф на рис. 14.1 показаны в скобках) заполняют в зависимости от характера конструкторского документа по табл. 14.1 (здесь знаком × отмечены заполняющиеся для данного документа графы).

Содержание и примеры заполнения граф основной надписи даны в табл. 14.2.

Таблица 14.1 Заполняемые графы основной надписи конструкторских документов

Наименование документа	Литера проекта	Форма основной надписи	Шифр документа	Графы основной надписи (см. рис. 14.1)												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кинематическая схема привода	И	1	К6	×	×		×				×	×	×	×	×	×
Ведомость эскизного проекта	Э	2	ЭП	×	×		×				×	×	×	×	×	×
Эскизная компоновка редуктора	Э	1	ВО	×	×		×				×	×	×	×	×	×
Пояснительная записка:																
первый лист (введение)	Э; Т	2	ПЗ	×	×		×			×	×	×	×	×	×	×
последующие листы	—	2а	ПЗ		×					×						
Ведомость технического проекта	Т	2	ТП	×	×		×				×	×	×	×	×	×
Конструктивная компоновка привода:																
первый лист	Т	1	ВО	×	×		×		×		×	×	×	×	×	×
последующие листы	—	2а	ВО		×					×						
Спецификация:																
первый лист	И	2	—	×	×		×			×	×	×	×	×	×	×
последующие листы	—	2а	—		×					×						
Сборочный чертеж редуктора:																
первый лист	И	1	СБ	×	×		×	×	×		×	×	×	×	×	×
последующие листы	—	2а	СБ		×					×						
Рабочие чертежи деталей редуктора	И	1	—	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×

Примечания: 1. Графы основных надписей листов пояснительных записок эскизного и технического проектов заполняют одинаково. 2. Если конструктивная компоновка привода и сборочный чертеж редуктора располагают на двух листах соответствующего формата, то на 1-м листе следует заполнить графу 7.

Таблица 14.2 Содержание и примеры заполнения граф основной надписи (ГОСТ 2.104—68)

Графа	Содержание графы	Пример заполнения, примечания
1	Наименование проектируемого привода или редуктора (см. ТЗ) и наименования документа, если он имеет шифр (см. табл. 14.1)	Редуктор конический одноступенчатый. Сборочный чертеж; Привод к лесотаске. Общий вид и т. п.

Графа	Содержание графы	Пример заполнения, примечания
2	Обозначение документа	Между предложениями содержания графы ставится точка. Для рабочих чертежей указывается только название детали
3	Обозначение марки материала и его ГОСТ	См. 14.1, п. 4
4	Литера проекта по ГОСТ 2.103—68	Заполняется только для рабочих чертежей деталей
5	Масса детали, узла, механизма, кг	См. 14.1 п. 1 и табл. 14.1
6	Масштабы чертежа детали, сборочного чертежа и эскизной компоновки редуктора, чертежа общего вида привода	Рассчитывается или выбирается из таблиц
7	Порядковый номер листа	Натуральная величина 1:1
8	Количество листов документа	Для основной надписи формы 1 и 2 при наличии последующих листов данного документа — лист 1; на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют. Для основной надписи формы 2а последующих листов — лист 2, 3, 4 и т. д.
9	Номер учебной группы	Состоящего из одного листа — лист 1; составленного из нескольких листов — их общее количество
10	Характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ	По месту выполнения проекта
11	Фамилии лиц, подписавших документ	
12	Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11	
13	Дата подписания документа	

4. Обозначение конструкторской документации. Каждому изданию в соответствии с ГОСТ 2.101—68 должно быть присвоено обозначение, которое является одновременно обозначением его основного конструкторского документа — чертежа детали или спецификации сборочной единицы.

ГОСТ 2.201—80 устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначения изделий и их конструкторских документов всех отраслей промышленности при разработке, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Устанавливается следующая структура обозначения изделия и основного конструкторского документа:

XXXX. XXXXXX. XXX

Код организации — разработчика

Код классификационной характеристики

Порядковый регистрационный номер

а) **Код организации-разработчика.** Четырехзначный буквенный код (условно АБВГ) назначается по кодификатору в централизованном порядке министерствами и ведомствами. Ряд высших и средних специальных учебных заведений, занимающихся исследовательской и конструкторской деятельностью, этот код имеют. Если техникуму не назначен буквенный код, то можно принять четыре буквы сокращенного названия техникума и отделения, на котором выполняется проект, например КПТМ — Калининградский политехнический техникум, механическое отделение и т. п.

б) **Код классификационной характеристики.** Классификационная характеристика является основной частью обозначения изделия и его конструкторского документа. Код классификационной характеристики деталей и сборочных единиц определяется по классификатору ЕСКД, который представляет собой систематизированный свод наименований изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства и является составной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСКК ТЭИ).

Классификатор ЕСКД утвержден постановлением Госстандарта и введен для вновь разрабатываемых изделий с 1 января 1987 г. Он разработан для достижения следующих целей:

установления в стране единой государственной обезличенной классификационной системы обозначения изделий и конструкторских документов для обеспечения единого порядка оформления, учета, хранения и обращения этих документов;

обеспечения возможности использования его различными предприятиями и организациями в проектировании новой техники, технологической подготовки производства, эксплуатации, ремонте конструкторской документации, разработанной другими организациями, без ее переоформления;

ускорения и облегчения ручного поиска конструкторской документации разрабатываемых и изготавливаемых изделий;

выявления объектов и определения направлений унификации и стандартизации изделий;

широкого применения средств электронно-вычислительной техники в системах автоматизированного проектирования,

управления технологическими процессами, создания передовых методов производства (САПР, АСУТП).

Всего в классификаторе 100 классов. Каждый класс делится на 10 подклассов (от 0 до 9), каждый подкласс — на 10 групп (от 0 до 9), каждая группа — на 10 подгрупп (от 0 до 9) и каждая подгруппа — на 10 видов (от 0 до 9). Для классификации изделий использованы группировки от 1 до 9.

Деление множества изделий на классификационные группировки произведено на каждой ступени классификации по одному и тому же признаку или их сочетанию. Наиболее общие признаки, использованные в верхних уровнях классификации, конкретизируются на последующих уровнях.

Таким образом, код классификационной характеристики представляет собой шестизначное число, последовательно обозначающее класс (первые два знака), подкласс, группу, подгруппу, вид (по одному знаку). Структура обозначения кода классификационной характеристики имеет вид:

XX X X X X

Класс

Подкласс

Группа

Подгруппа

Вид

Детали и сборочные единицы проектируемых приводов классифицируют по шести классам: класс 30 — сборочные единицы общемашиностроительные; классы 71, 72, 75 — детали — тела вращения; класс — 73, 74 — детали — не тела вращения.

Код классификационной характеристики проектируемых деталей и сборочных единиц определяют в зависимости от их геометрических, функциональных признаков или соотношения геометрических параметров по табл. Д1...Д3. Для удобства пользования таблицами в каждой из них даны указания на конкретные примеры конструкций, соответствующие данному коду классификационной характеристики. Ряд указаний к выбору кода дан в примечаниях к таблицам.

Примеры структуры кода.

1. Цилиндрический одноступенчатый редуктор (см. рис. 13.1) имеет код классификационной характеристики 303115 (см. табл. Д1). Структура кода: класс 30 — сборочные единицы общемашиностроительные; подкласс 3 — устройства, передающие движение; группа 1 — редукторы; подгруппа 1 — цилиндрические одноступенчатые; вид 5 — с межосевым расстоянием $63 < a_w \leq 315$ мм.

2. Тихоходный вал конического одноступенчатого редуктора (см. рис. 13.2) имеет код классификационной характеристики 715513 (см. табл. Д2). Структура кода: класс 71—детали—тела вращения; подкласс 5—с наружной цилиндрической поверхностью и длиной L , превышающей $2D$; группа 5—со ступенчатой поверхностью и с наружной резьбой; подгруппа 1—без центрального отверстия; вид 3—с пазами на наружной поверхности, без отверстий вне оси вала.

3. Монолитный корпус червячного одноступенчатого редуктора (см. рис. 13.3) имеет код классификационной характеристики 731144 (см. табл. Д3). Структура кода: класс 73—детали—не тела вращения; подкласс 1—без поверхности разреза; группа 1—с плоской основной базой (см. примечание к табл. Д3) и призматической наружной поверхностью; подгруппа 4—с двумя отверстиями, параллельными основной базе; вид 4—со сквозными (отверстиями) и не параллельными между собой.

в) **Порядковый регистрационный номер.** Его присваивают по коду классификационной характеристики конструкторского документа от 001 до 999. Этот диапазон включает все разнообразия изделия по геометрическим параметрам, изготовленные по данному коду классификационной характеристики. Так, например, многие тихоходные валы редукторов, спроектированных по разным техническим заданиям, имеют *разные размеры при одинаковом коде классификационной характеристики.*

По стандарту порядковые регистрационные номера заносят в карточку учета обозначений данного изделия для контроля и хранения конструкторских документов.

В учебном заведении такой порядок регистрации организационно сложен и не имеет практического применения. Поэтому в каждом учебном проекте всем конструкторским документам присваивается один и тот же порядковый трехзначный номер, первые две цифры которого—номер технического задания, а третья—номер варианта, например 070 (седьмое техническое задание, десятый вариант).

Таким образом (см. пп. а, б, в) *составляется обозначение основного конструкторского документа—чертежа детали или спецификации сборочной единицы* (см. табл. 13.1...13.3, рис. 13.7...13.13). Так, например, КПТЗ. 715434.127—обозначение рабочего чертежа тихоходного вала червячного одноступенчатого редуктора, спроектированного по 7-му варианту 12-технического задания на заочном отделении Калининградского политехникума, а КПТЗ.303163.127—обозначение спецификации сборочного чертежа этого редуктора (см. табл. 13.3).

г) **Обозначение неосновного конструкторского документа.** Оно состоит из обозначения основного конструкторского документа (чертежа детали или спецификации сборочной единицы) и шифра неосновного конструкторского документа (см. табл. 14.1). Например, АБВГ.303115.059СБ—обозначение сборочного чертежа цилиндрического одноступенчатого редуктора, где АБВГ.303115.059—обозначение спецификации, а СБ—шифр неосновного конструкторского документа; АБВГ.303162.124ПЗ—пояснительная записка проекта червяч-

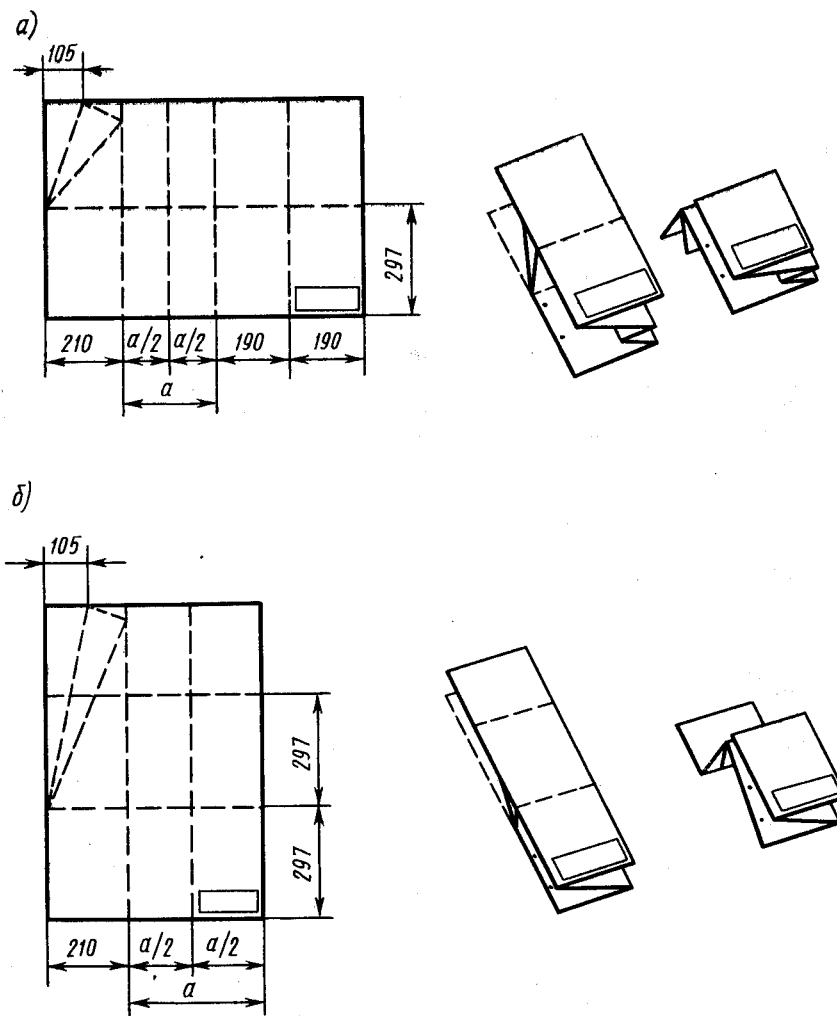


Рис. 14.3. Складывание листа формата А1 для брошюрования:
а—горизонтального; б—вертикального (форматы А2 и А3 складываются аналогично)

ного редуктора, где АБВГ.303162.124—обозначение спецификации, а ПЗ—шифр неосновного конструкторского документа (см. рис. 10.1...10.3; 13.1...13.3) и т. п.

д) **Обозначение исполнений изделия** при групповом выполнении конструкторских документов. На изделия (детали, сборочные единицы), обладающие общими конструктивными признаками с некоторыми различиями друг от друга (например, крышки подшипниковых узлов, распорные втулки, кольца

и т. п.), рекомендуется составлять групповой конструкторский документ, содержащий информацию (данные) о двух и более изделиях (ГОСТ 2.113—75). При этом одно исполнение изделия принимают за основное с базовым обозначением без порядкового номера, например АБВГ.711141.094. Для других исполнений к этому обозначению добавляют через тире номер исполнения от 01 до 99, например АБВГ.711141.094—01 и т. п. При составлении спецификации в обозначении исполнений можно записывать только порядковый номер исполнения без базового обозначения (см. табл. 13.1...13.3).

5. Складывание чертежей (ГОСТ 2.501—88). Чертежи эскизной компоновки редуктора и конструктивной компоновки 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 (210×297).

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 (рис. 14.3).

г) Сборочный чертеж редуктора (выполненный на чертежной бумаге) складывают только после защиты проекта.

д) Отверстия для брошюровки пробивают с левой стороны листа.

14.2. Оформление конструкторских документов

Правила оформления конструкторских документов излагаются в последовательности их комплектации в общую папку (см. 14.1).

Основная надпись на конструкторских документах выполняется по рекомендациям табл. 14.1 и 14.2.

1. Титульная надпись проекта. Выполняется на писчей или чертежной бумаге стандартным шрифтом, черной тушью или пастой и наклеивается на обложку папки (рис. 14.4).

2. Титульный лист проекта. Выполняется на чертежной бумаге формата А4 стандартным шрифтом, выполненным черной тушью или пастой. В средней части листа помещают название привода, принадлежность проекта курсу детали машин и обозначение основного конструкторского документа (спецификации привода, см. 14.1, п. 4, рис. 14.5).

3. Техническое задание. Бланк задания на курсовое проектирование выдается с указанием объема работы по курсовому проекту и срока его выполнения. Техническое задание с типовым объемом проектной работы, предусмотренной настоящим пособием, см. в табл. 0.1.

Рис. 14.4. Титульная надпись проекта

Рис. 14.5. Пример титульного листа проекта

4. Кинематическая схема машинного агрегата. Кинематическая схема выполнена в задаче 1 (см. рис. 1.1).

5. Титульный лист эскизного проекта. Выполняется на чертежной бумаге формата А4 стандартным шрифтом, черной тушью или пастой и содержит (в средней части листа) только название привода, стадию разработки и обозначение основного конструкторского документа (спецификации привода, см. 14.1, п.4). Например:

Привод механизма передвижения мостового крана
Эскизный проект
АБВГ.303341.037

6. Ведомость эскизного проекта. Выполняется на писчей или чертежной бумаге формата А4 карандашом и содержит перечень документов эскизного проекта: эскизную компоновку (ВО) и пояснительную записку (ПЗ). Основная надпись ведомости оформляется по форме 2 (рис. 14.6).

7. Эскизная компоновка редуктора. Общий вид. Эскизная компоновка выполнена в задаче 7 (см. рис. 7.2...7.4).

8. Пояснительная записка эскизного проекта содержит:

а) Введение, в котором надо кратко изложить следующие вопросы: описание элементов кинематической схемы привода; исходные данные для проектирования; описание конструкции

и принципа работы рабочей машины; характер нагрузки и реверсивность рабочей машины; место установки машинного агрегата и режим работы предприятия; ресурс привода.

Материал по описанию конструкции и принципа работы рабочей машины можно взять из любого учебника по грузоподъемным и транспортным устройствам и т. п.

б) Выбор двигателя, кинематический расчет привода (задача 2).

в) Выбор материалов зубчатой (червячной) передачи редуктора (задача 3).

г) Расчет зубчатой (червячной) передачи редуктора (задача 4).

д) Расчет открытой передачи (задача 5).

е) Расчет сил в зацеплении зубчатой (червячной) передачи редуктора и консольных сил; силовую схему нагружения валов редуктора (задача 6).

ж) Проектный расчет валов, предварительный выбор подшипников, эскизную компоновку редуктора (задача 7).

з) Определение реакций в подшипниках валов редуктора, построение эпюр изгибающих и крутящих моментов (задача 8).

и) Проверочный расчет подшипников (задача 9).

Оформление текстовых и расчетных листов записки

Все текстовые и расчетные листы пояснительной записки выполняются на писчей нелинованной бумаге формата А4 с одной стороны черными чернилами или пастой на линованном трафарете*. Расстояние от боковых линий рамки до границ текста должно быть не менее 5 мм, расстояние от верхней или нижней строки текста до соответствующей линии формата — не менее 10 мм.

На заглавном листе пояснительной записки (введении) выполняется основная надпись по форме 2. На остальных листах записки ставится основная надпись по форме 2а (см. табл. 14.1 и 14.2).

При заполнении текстовых и расчетных листов рекомендуется следующее.

а) Излагать материал во множественном числе, например «определяем», «выбираем...», «конструируем...» и т. п.

б) Материал записки разделить на разделы (по задачам), которые нумеруют одной цифрой: 1, 2, 3 и т. д. Подразделы в разделах нумеруют двумя цифрами: 1.1; 1.2; 1.3; ...; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4 и т. п.; пункты в подразделах — тремя: 6.1.1; 6.1.2; 6.1.3; ...; 8.4.1; 8.4.2; 8.4.3 и т. п.; подпункты в пунктах —

* Пояснительную записку можно оформить от руки (не чертежным шрифтом) или напечатать на машинке на одной стороне листа через два интервала черной лентой.

№ листа	Формат	Обозначение	Наименование	Лист	№ экз	Примечание
1						
2	A1	АБВГ.303163.10780	Эскизная компоновка			
3			Общий вид	1		
4	A4	АБВГ.303163.107ПЗ	Пояснительная записка	26		
5						
8				8	8	20

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лист	Листов
Разработ					91	7
Пров						
Н. контр						
Утв						

АБВГ.303163.107ЭП

Редуктор червячный
одноступенчатый
Ведомость эскизного
проекта

Группа

Рис. 14.6. Пример ведомости эскизного проекта

строчными буквами русского алфавита*: а); б); в) и т. п. Каждый подраздел, пункт и подпункт начинают с новой строчки, а разделы—с нового листа. Цифры в обозначении подразделов и пунктов разделяют точками.

в) Наименование разделов (задач) должно быть кратким, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовка; при этом слово «задача» и ее цель не пишутся. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть порядка 10 мм.

г) Условные буквенные обозначения механических, математических и других величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным стандартам. В формулах следует применять обозначения и символы, установленные соответствующими стандартами.

д) Формулы нужно выписать сначала в буквенных выражениях, а затем в числовых значениях величин, входящих в формулу. Только после этого записать окончательный результат вычисления.

е) Единица одной и той же величины в пределах записки должна быть постоянной.

ж) В тексте пояснительной записки допускаются ссылки на стандарты, справочники, учебники и другие документы. При этом в целях упрощения записи в тексте записки рекомендуется указывать только номер документа, под каким он значится в списке литературы, без указания полного его наименования.

Например, «...принимаем коэффициент деформации червяка $q=8$, табл. 5.7 [3]».

з) Результаты расчетов выполненных задач оформляют в виде таблиц. Например, «Кинематические и силовые характеристики привода» (в задаче 2); «Основные размеры и эксплуатационные характеристики подшипников» (в задаче 9) и т. д.

9. Титульный лист технического проекта. Оформляется аналогично титульному листу эскизного проекта (см. п. 5).

10. Ведомость технического проекта. Содержит перечень документов технического проекта: конструктивную компоновку (ВО), пояснительную записку (ПЗ) и оформляется аналогично ведомости эскизного проекта (см. п. 6).

11. Конструктивная компоновка привода. Общий вид. Конструктивная компоновка выполнена в задаче 10 (см. рис. 10.1...10.3).

12. Пояснительная записка технического проекта.

* По ГОСТ 2.105—79 подпункты в пунктах нумеруют четырьмя цифрами.

а) Введение, в котором следует кратко изложить результаты эскизной стадии разработки проекта; цели и задачи технической стадии разработки проекта.

б) Конструирование деталей и узлов редуктора, открытой передачи и выбор муфты (задача 10); выбор способа смазывания подшипников и редукторной пары; последовательность сборки и разборки привода.

в) Проверочные расчеты (задача 11).

г) Определение технического уровня редуктора (задача 12). Рекомендации по оформлению текстовых и расчетных листов записки см. п. 8.

13. Титульный лист рабочего проекта. Оформляется аналогично титульному листу эскизного проекта (см. п. 5).

14. Спецификация. Выполнена в задаче 13 (см. табл. 13.1...13.3).

15. Сборочный чертеж редуктора. Сборочный чертеж выполнен в задаче 13 (см. рис. 13.1...13.3).

Сборочный чертеж редуктора комплектуется в общую папку конструкторской документации после защиты проекта.

16. Рабочие чертежи двух сопряженных деталей редуктора. Рабочие чертежи деталей выполнены в задаче 13 (см. рис. 13.9...13.13).

17. Список использованной литературы. Содержит перечень учебных, справочных и прочих пособий, по которым выполнялся курсовой проект. При этом должны быть указаны: фамилия и инициалы автора (авторов); название пособия; город и год издания пособия.

Список имеет сквозную нумерацию и выполняется на писчей бумаге формата А4, аналогично списку настоящего пособия.

18. Оглавление. Выполняется на писчей бумаге формата А4 и содержит заголовки всех частей, разделов, подразделов курсового проекта с указанием соответствующего номера страницы. Документация проекта имеет сквозную нумерацию страниц, начиная от технического задания. Номер страницы проставляется в правом верхнем углу за рамкой формата.

Характерные ошибки:

1. Неправильные размеры форматов конструкторских документов.
2. Неправильно или неполно оформлена основная надпись.
3. Неправильно составлены обозначения конструкторских документов.
4. Небрежно, неаккуратно заполнены текстовые и расчетные листы пояснительных записок эскизного и технического проектов; не выдержаны рекомендации по оформлению листов.
5. Неправильно оформлены титульные листы, ведомости эскизного и технического проектов.
6. Не выдержаны рекомендации последовательности комплектации технической документации проекта в общую папку.
7. Неправильно сложены чертежи.
8. Небрежно выполнен чертежный шрифт.
9. Грамматические ошибки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. АТЛАС КОНСТРУКЦИЙ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ

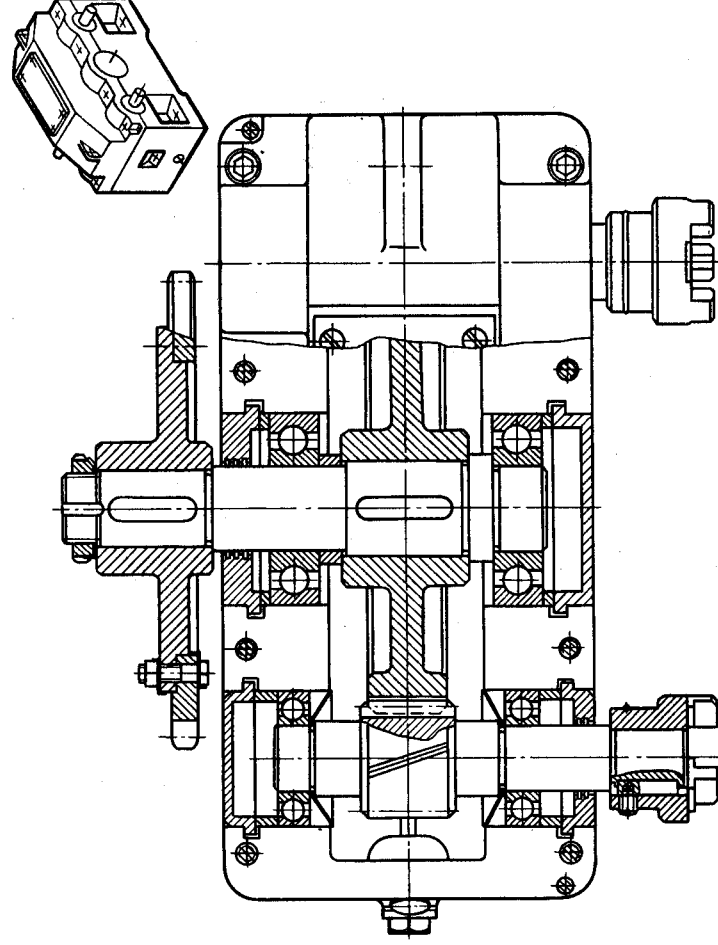
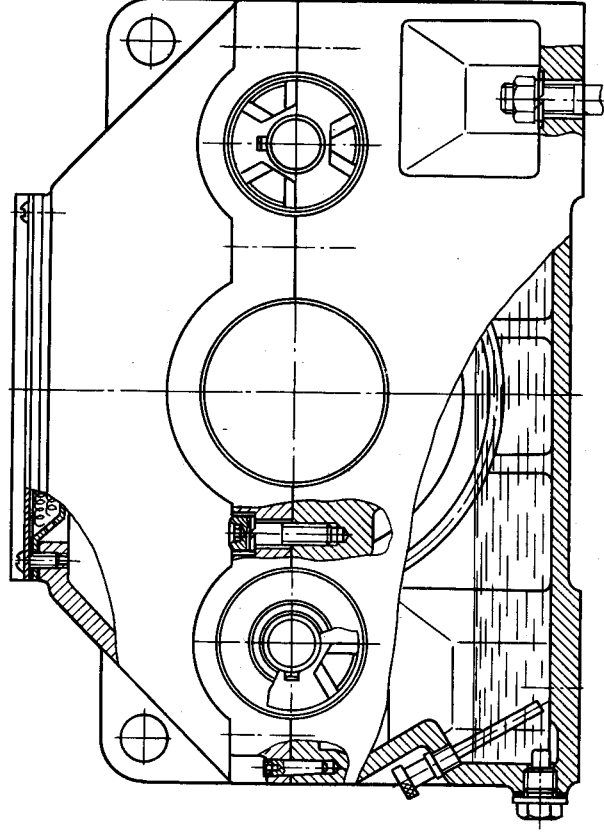
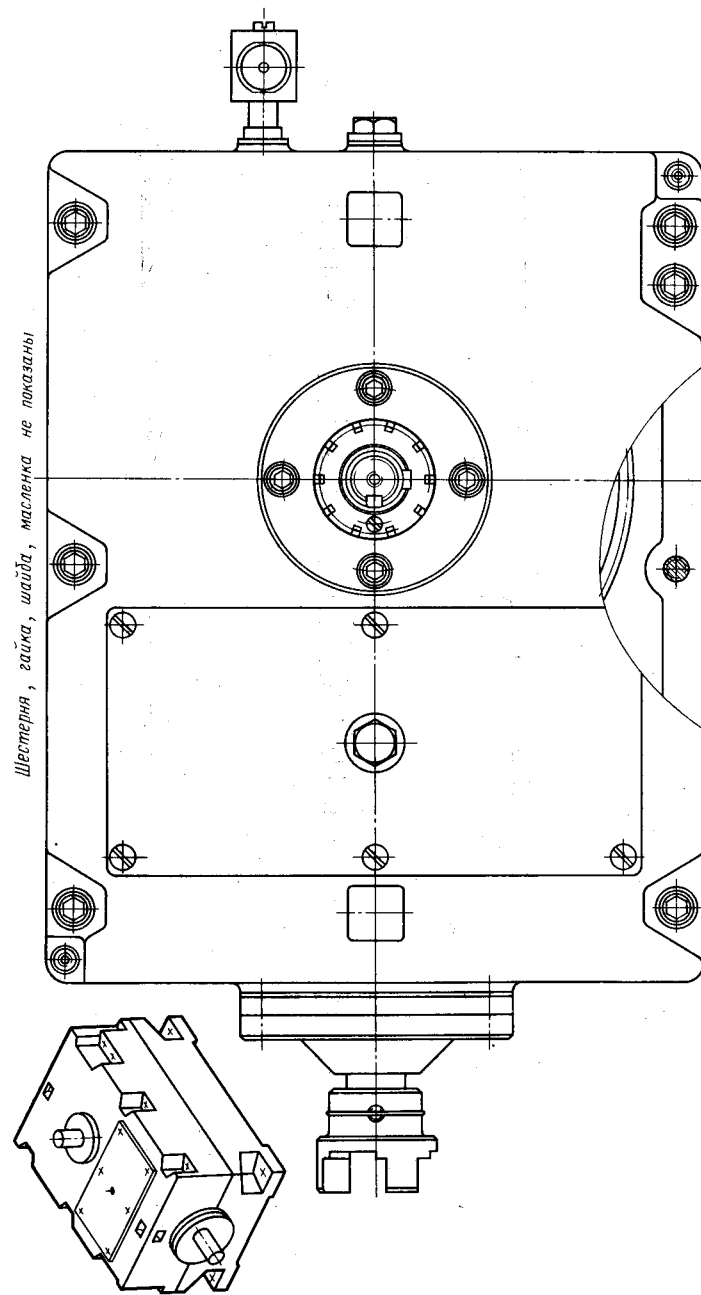
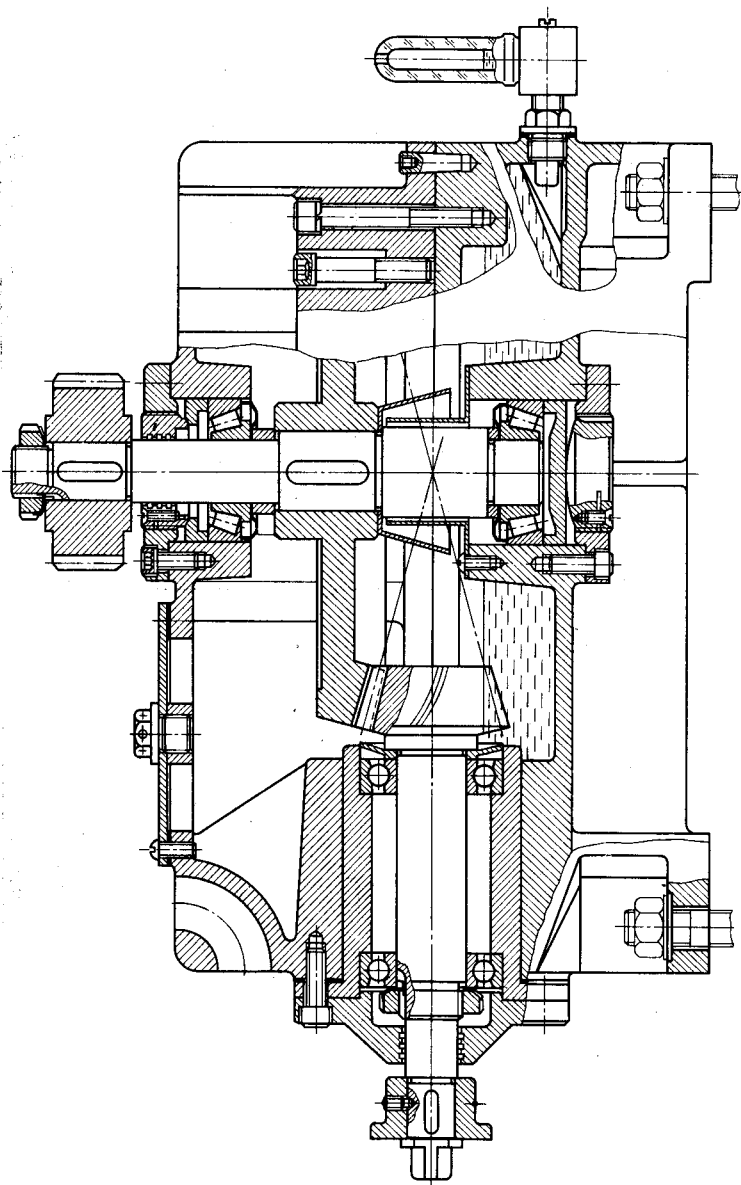


Рис. А1. Редуктор цилиндрический одноступенчатый горизонтальный двухшпиндельный (с двумя быстроходными валами)



Шестерня, гайка, шайба, масляная не показаны

Рис. А2. Редуктор конический одноступенчатый с вертикальным тихоходным валом

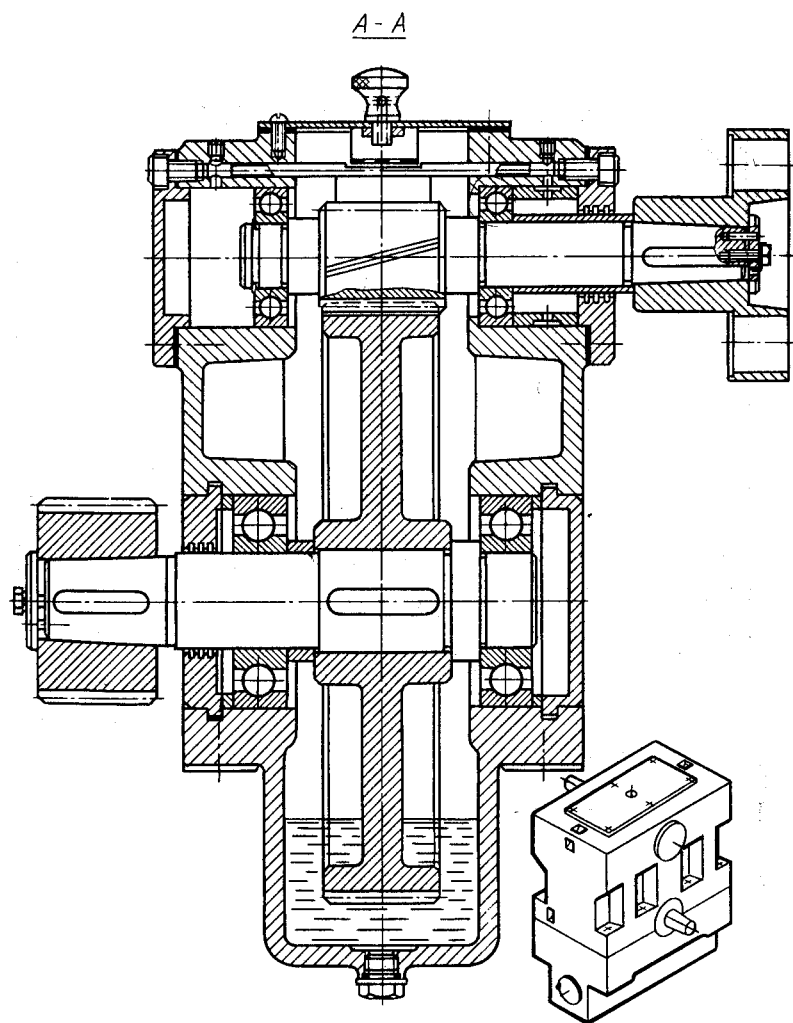
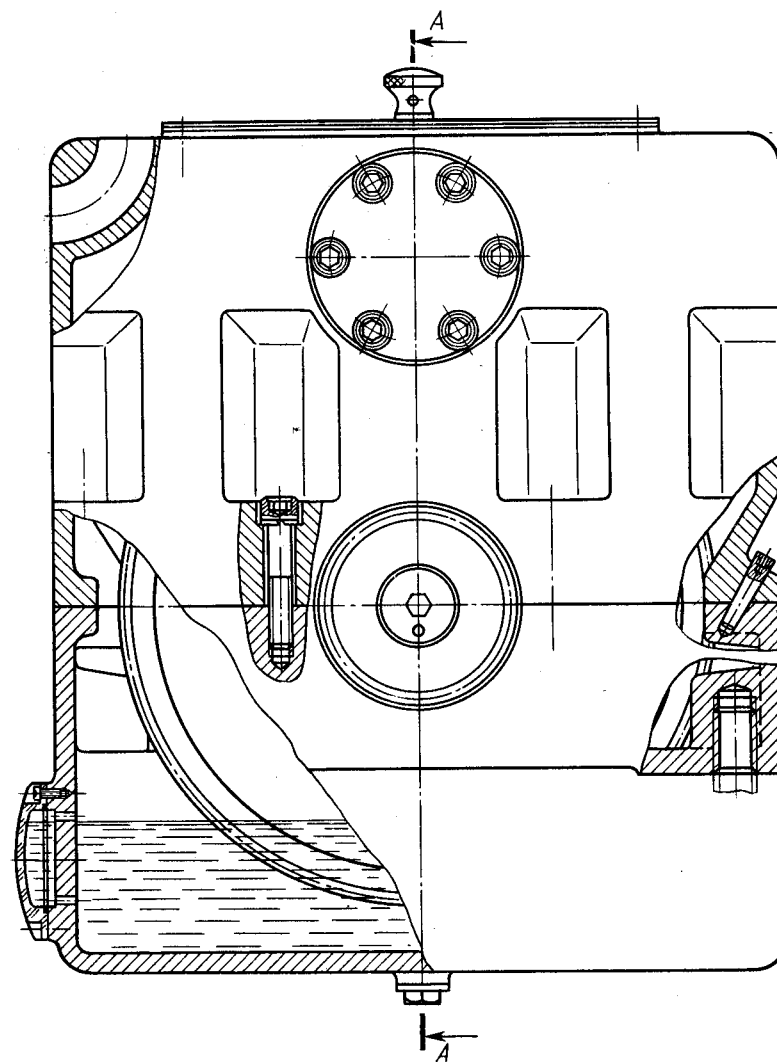


Рис. А3. Редуктор цилиндрический одноступенчатый



вертикальный с верхним расположением шестерни

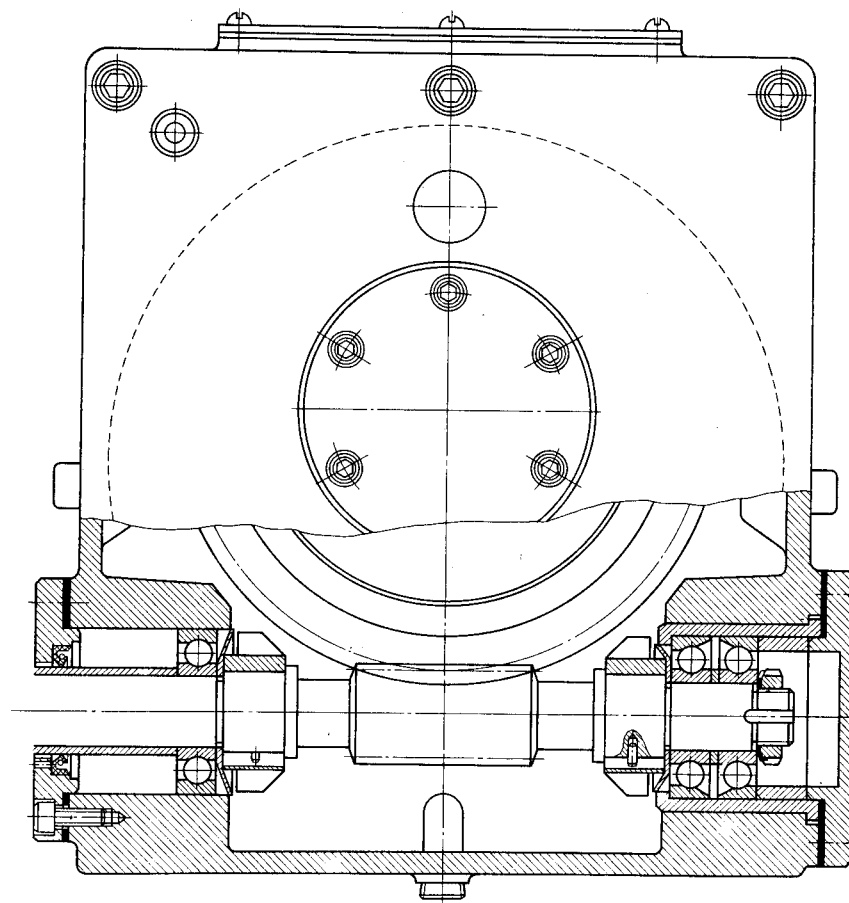
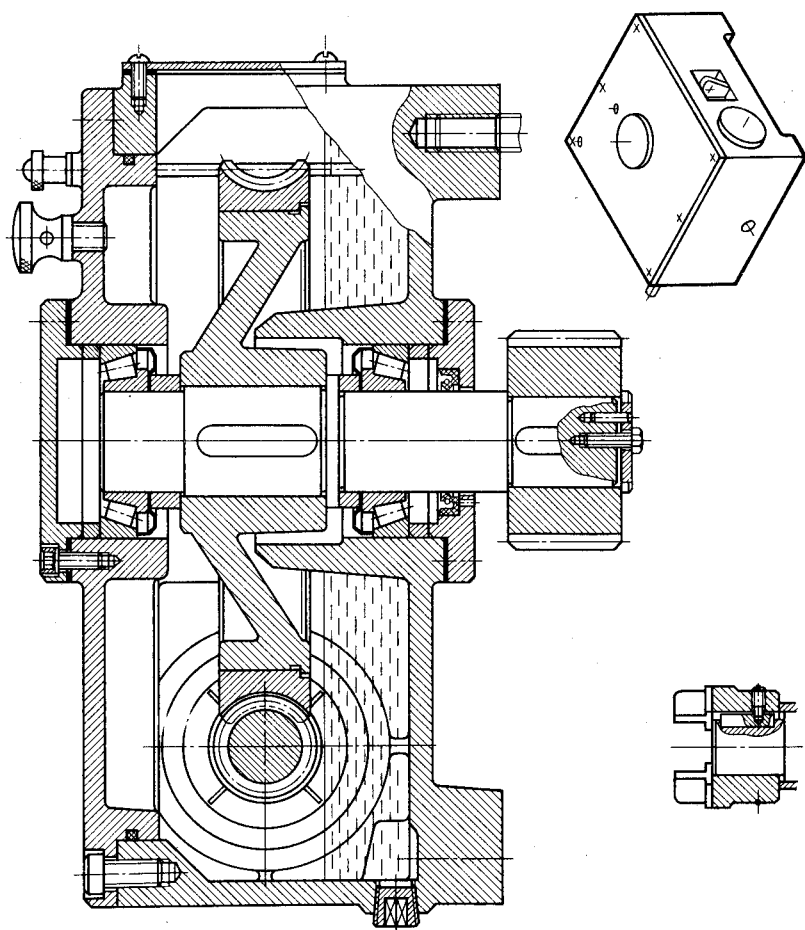


Рис. А4. Редуктор
червячный одно-
ступенчатый с бо-
ковым расположе-
нием червяка

Шкив, гайка, шайба не показаны

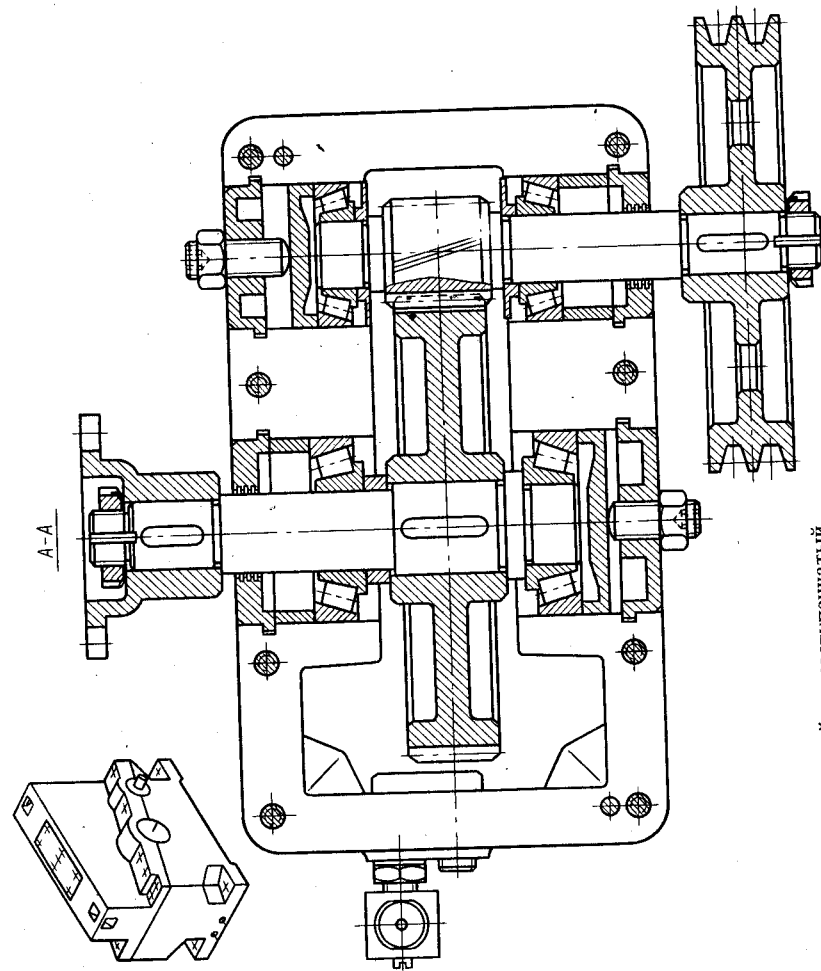
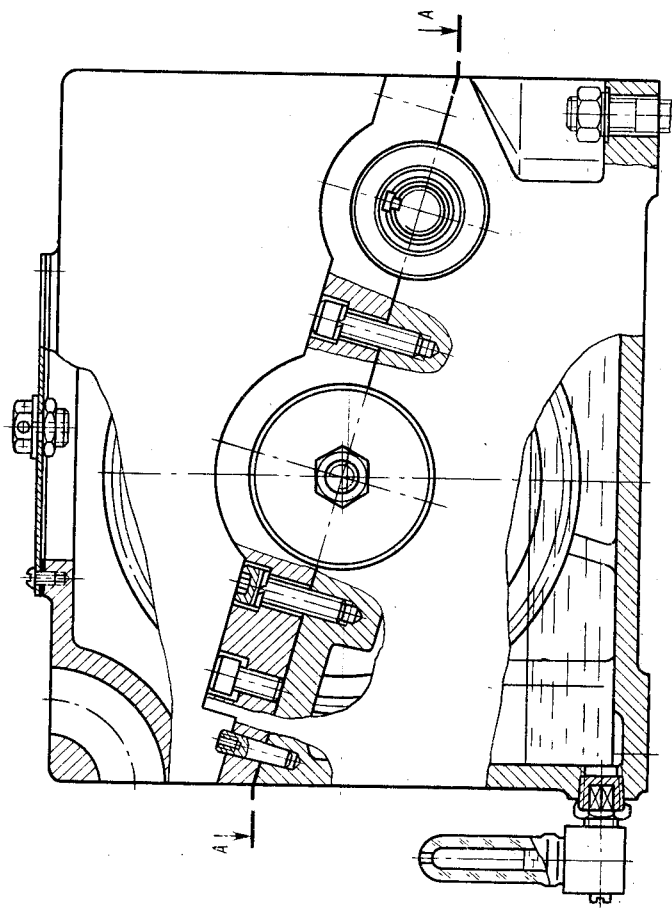


Рис. А5. Редуктор цилиндрический одноступенчатый горизонтальный с наклонным разъемом корпуса

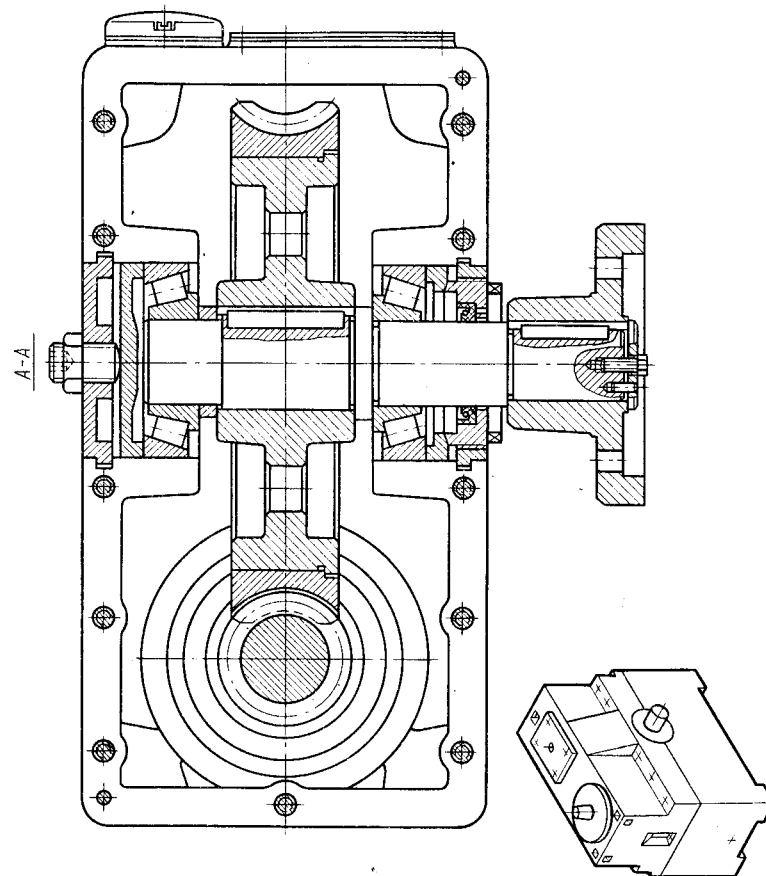
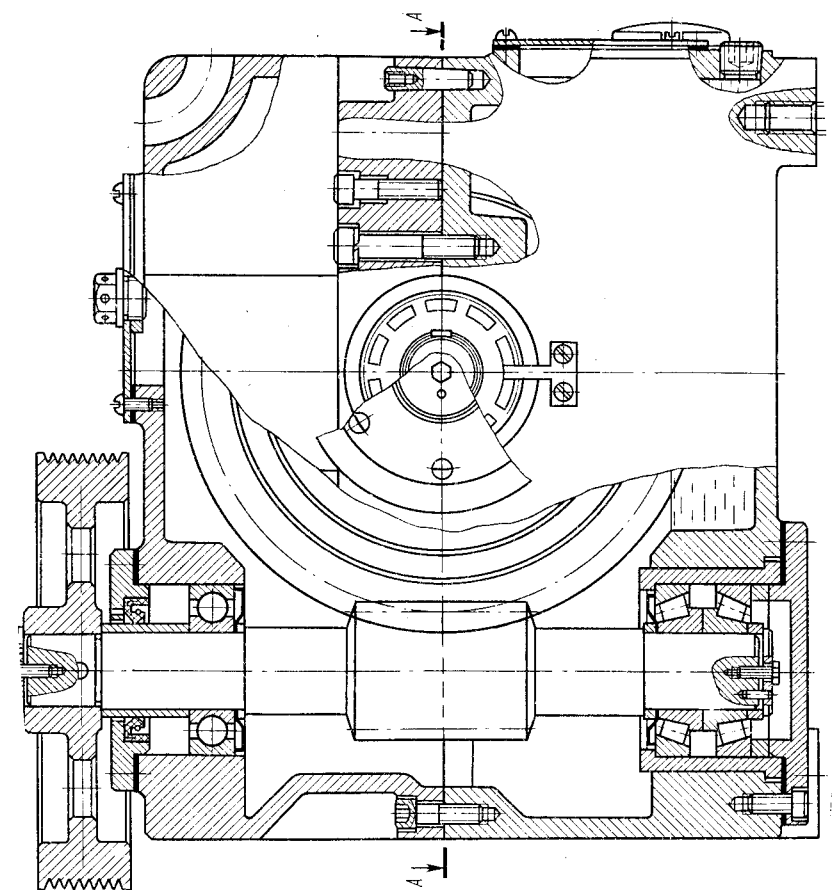


Рис. А6. Редуктор червячный одноступенчатый с вертикальным валом червяка

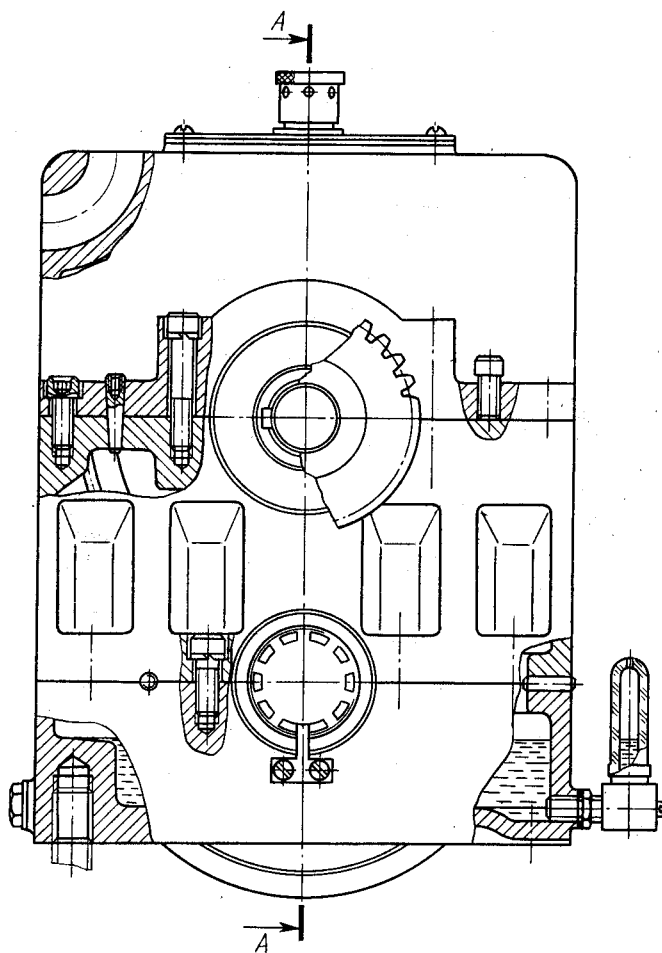
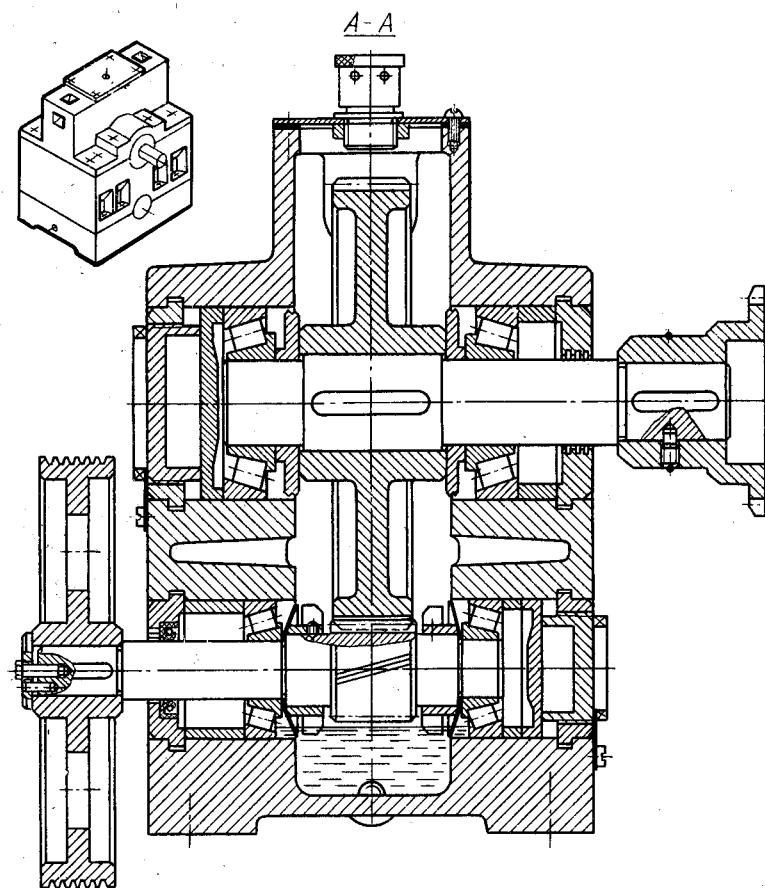


Рис. А7. Редуктор цилиндрический одноступенчатый



вертикальный с нижним расположением шестерни

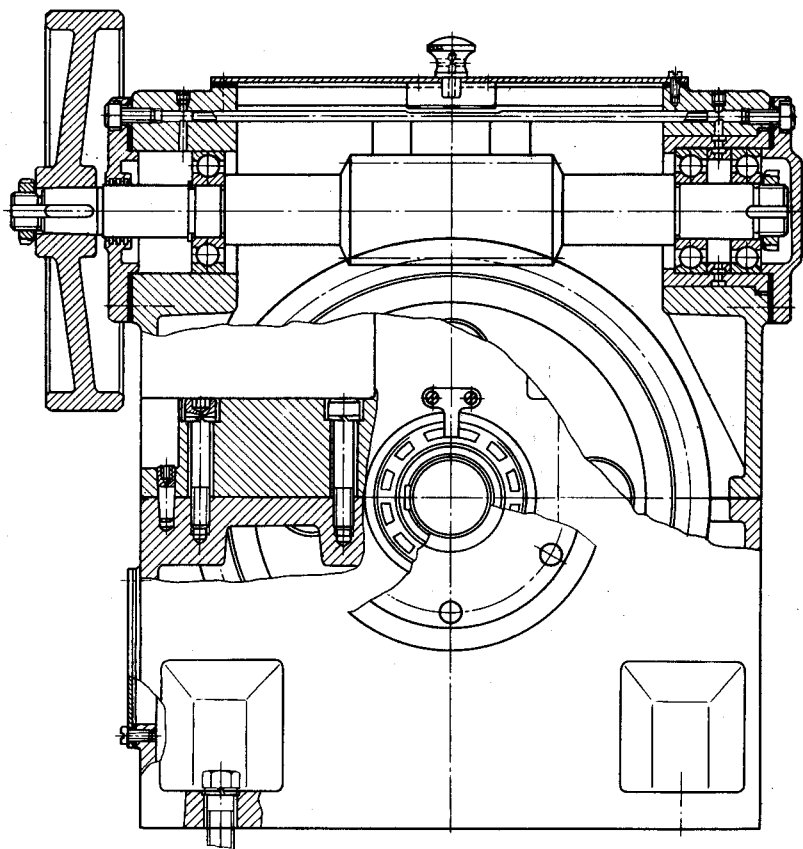
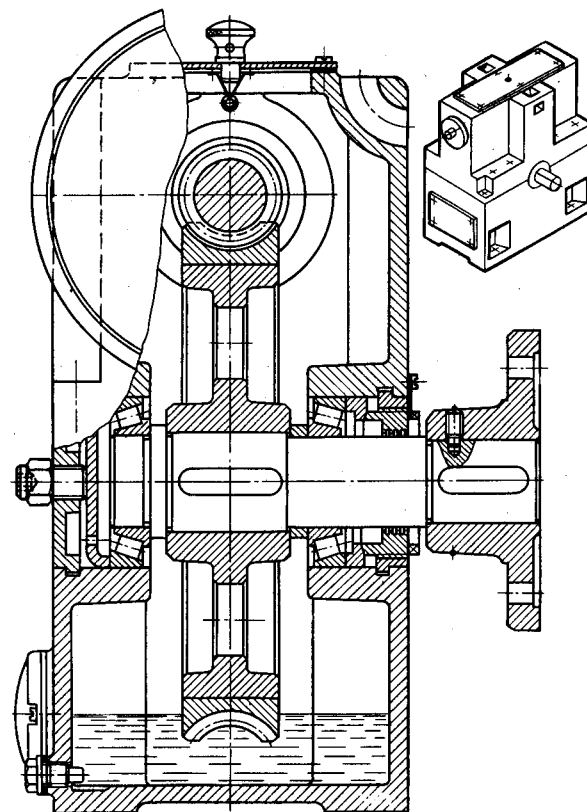


Рис. А8. Редуктор червячный одноступен



чатый с верхним расположением червяка

Полумуфта, шайба, болт и штифт не показаны

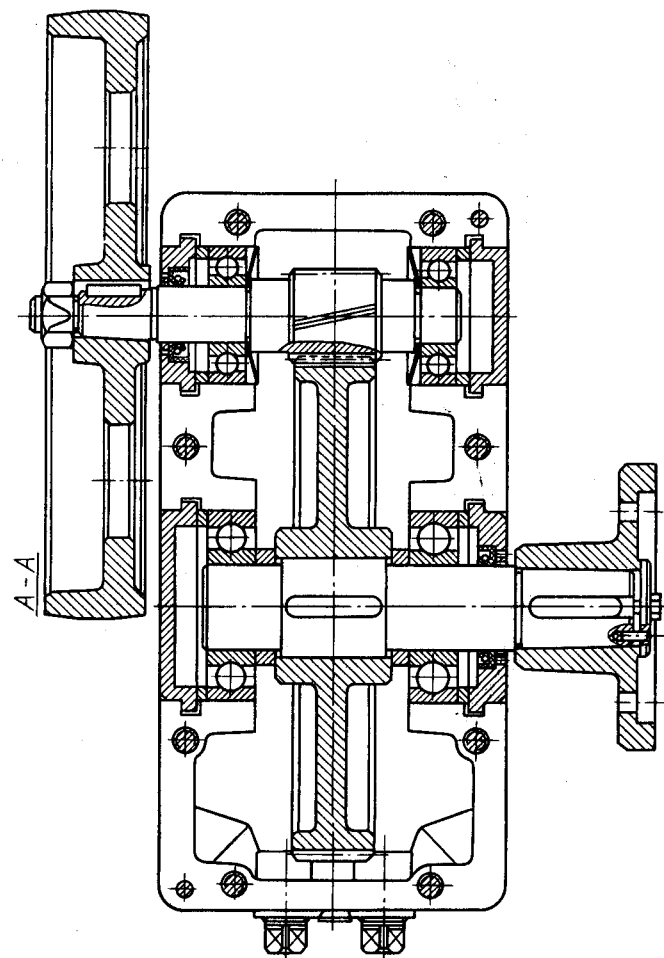
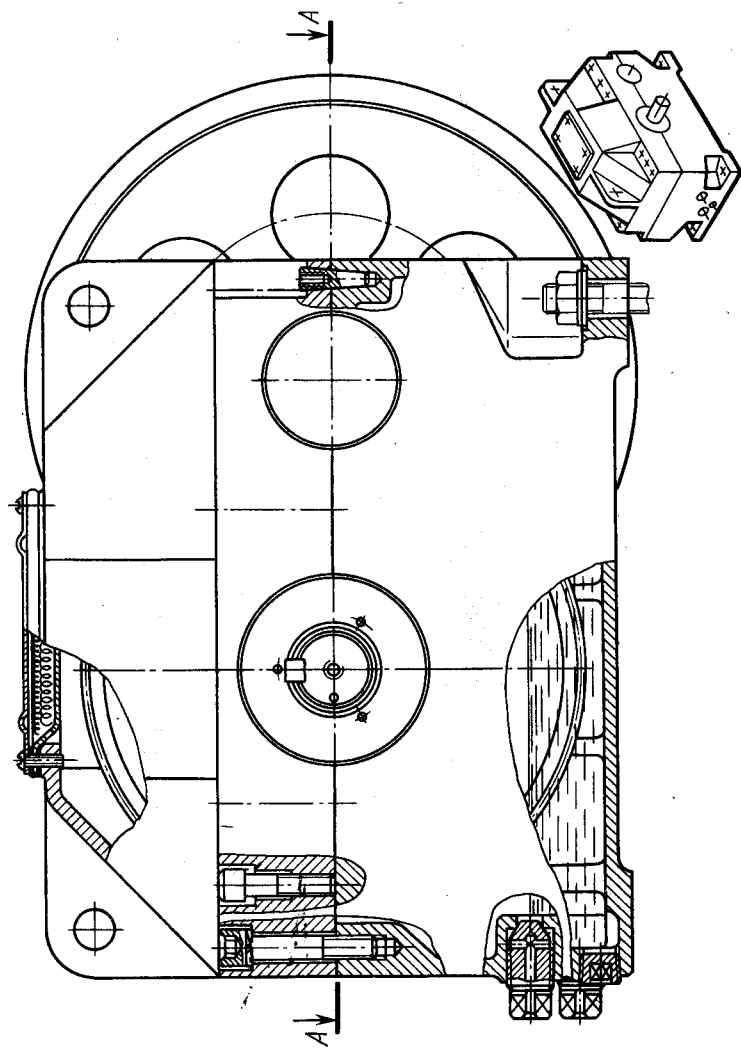


Рис. А9. Редуктор цилиндрический одноступенчатый горизонтальный

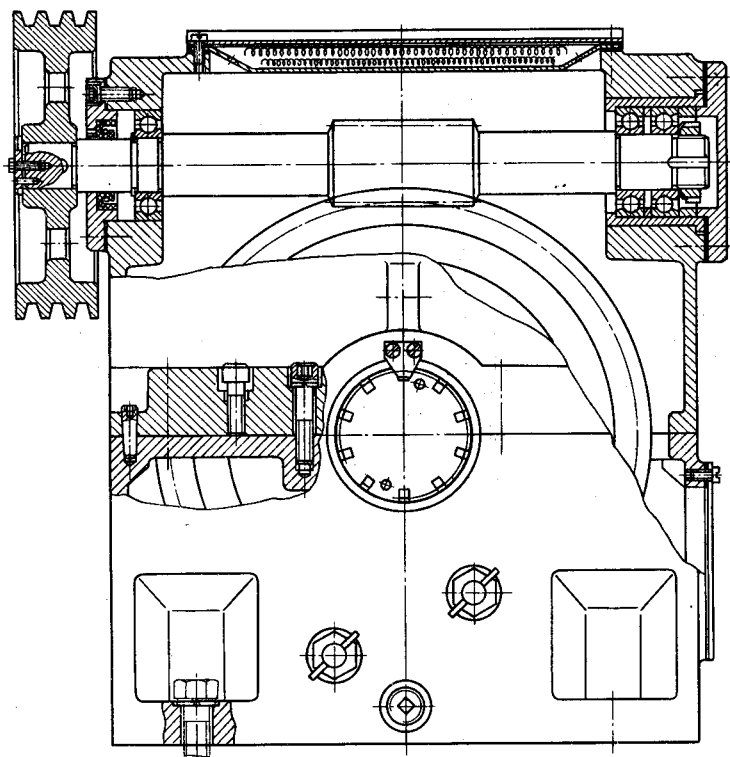
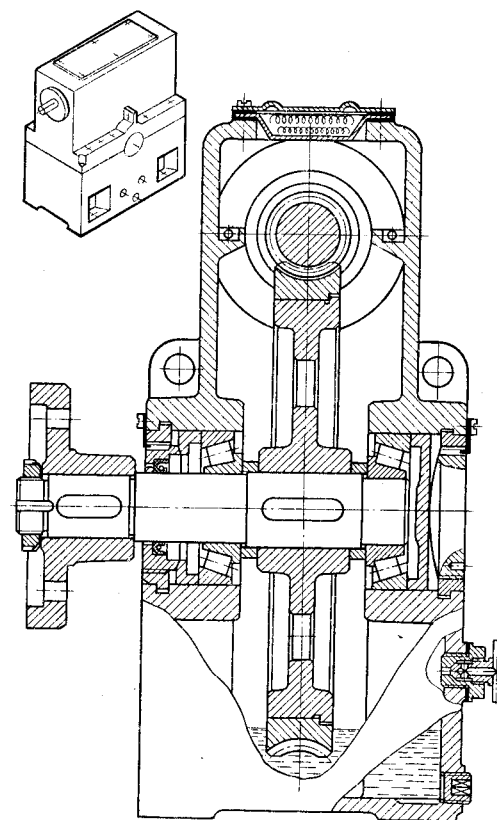


Рис. А10. Редуктор червячный одноступенчатый



чатый с верхним расположением червяка

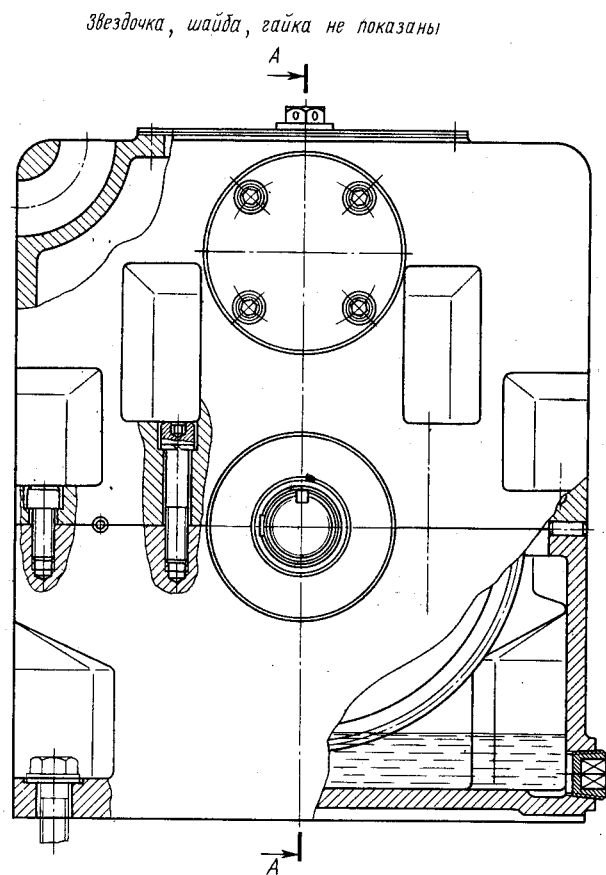
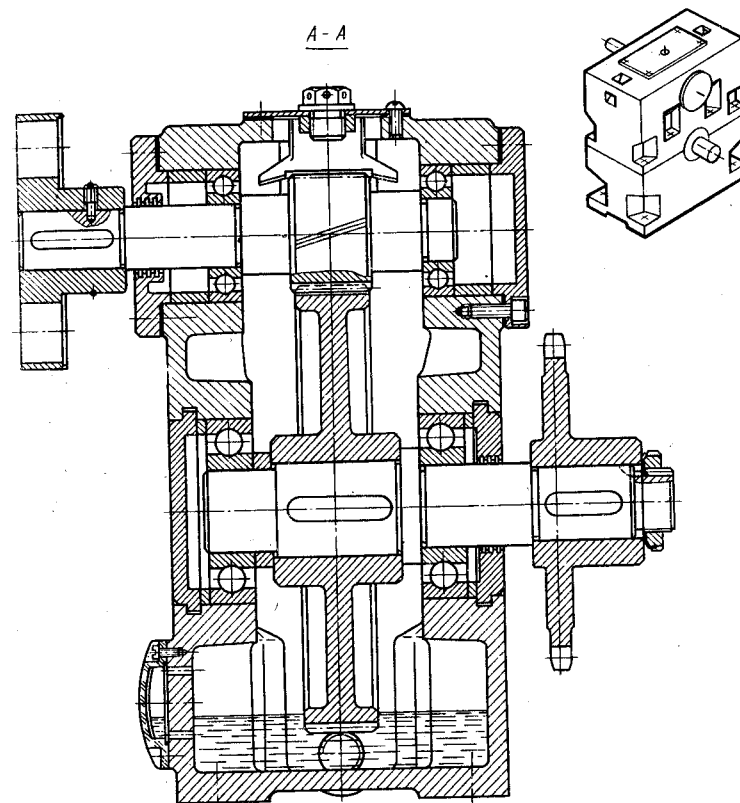


Рис. А11. Редуктор цилиндрический одноступенчатый



вертикальный с верхним расположением шестерни

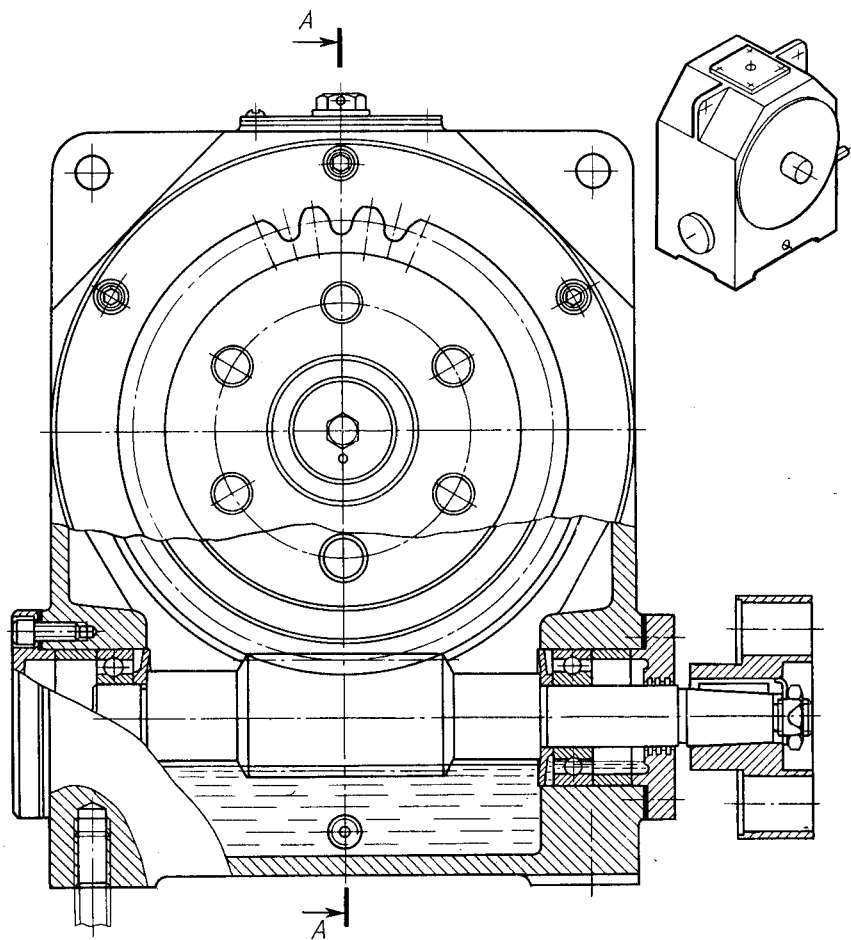
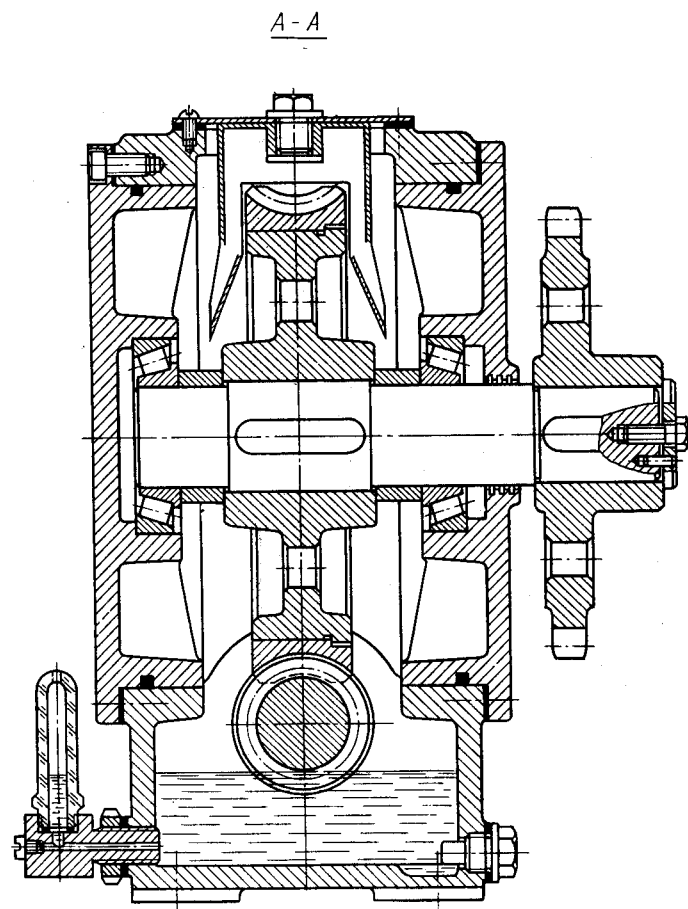


Рис. А12. Редуктор червячный одноступенчатый



Редуктор червячный одноступенчатый с нижним расположением червяка

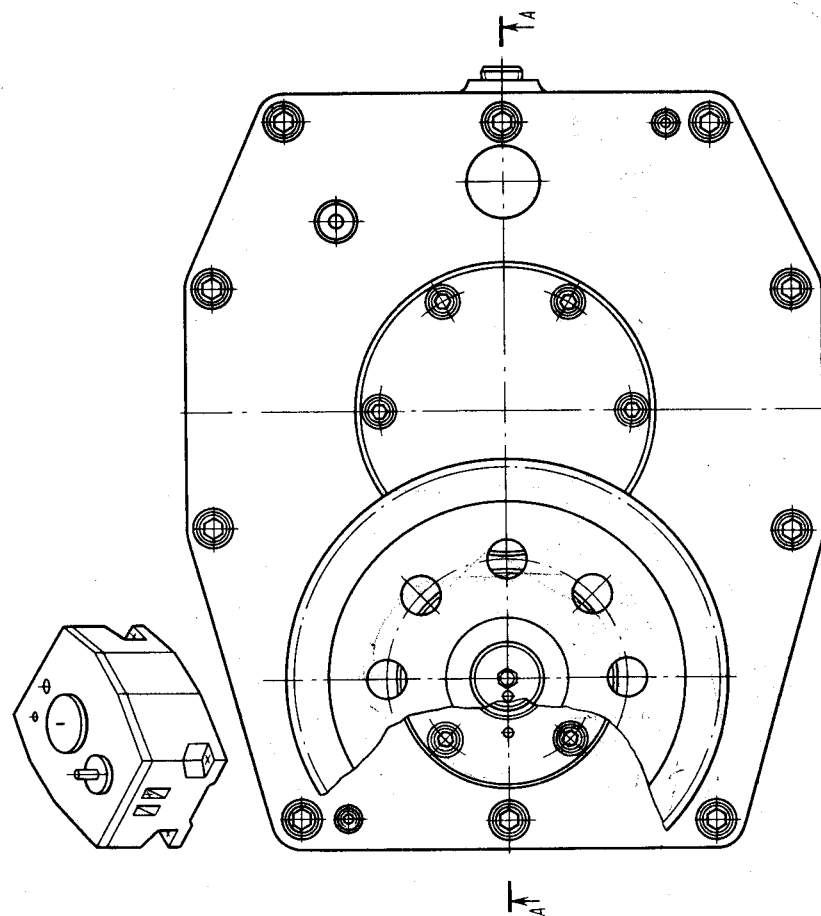
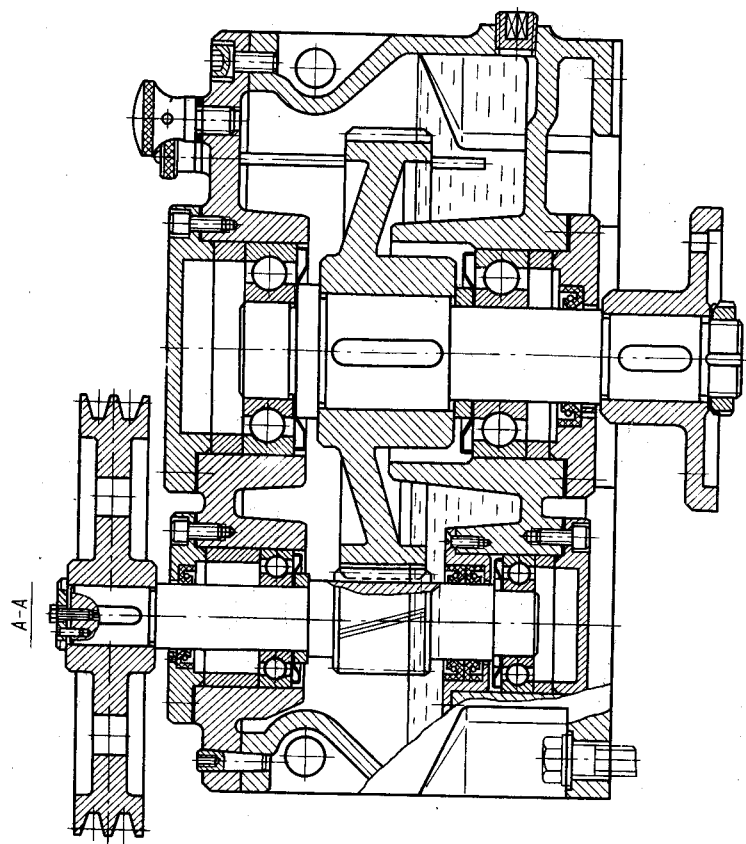


Рис. А13. Редуктор
цилиндрический
одноступенчатый
с вертикальными
валами

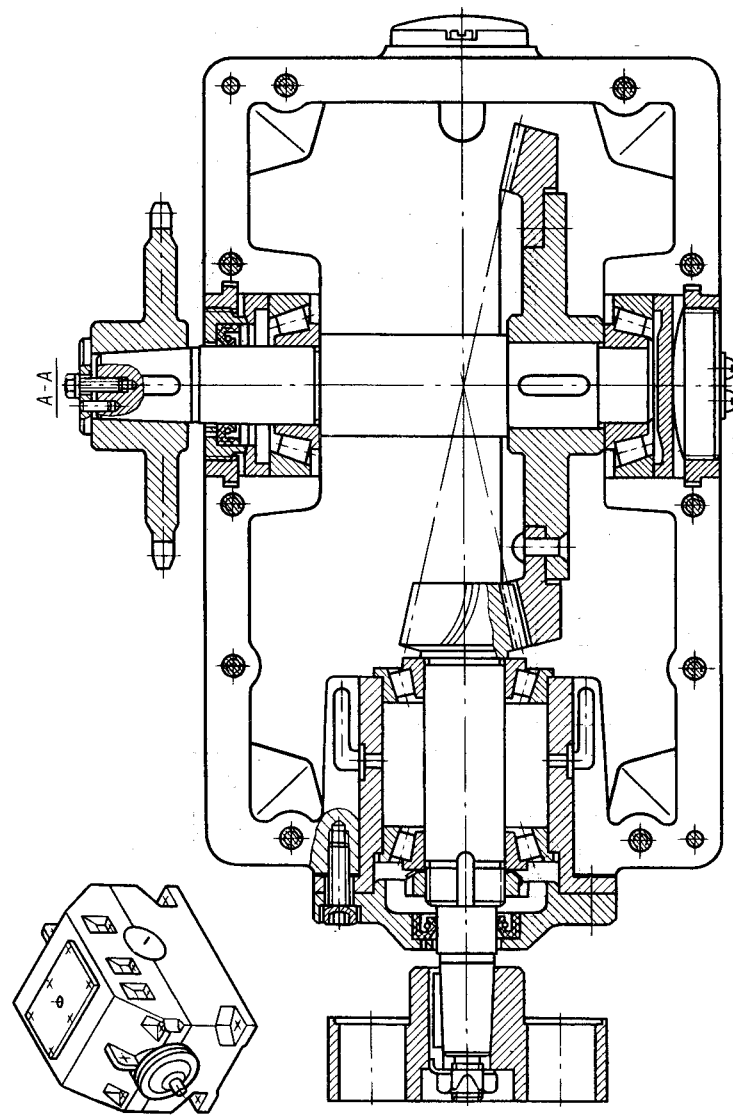
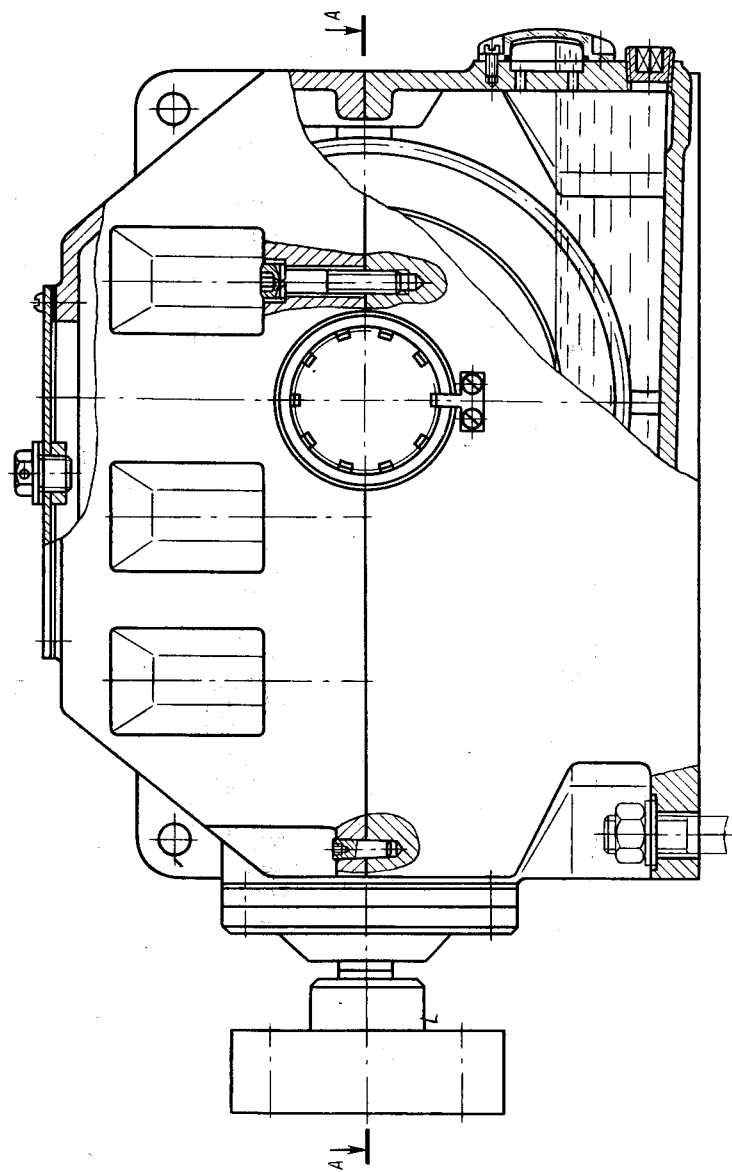


Рис. А14. Редуктор конический одноступенчатый горизонтальный

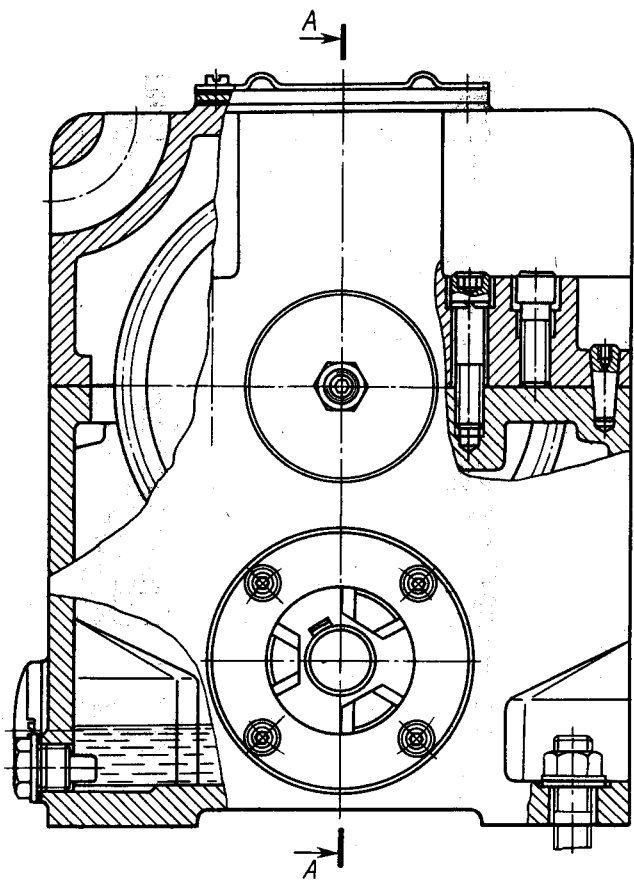
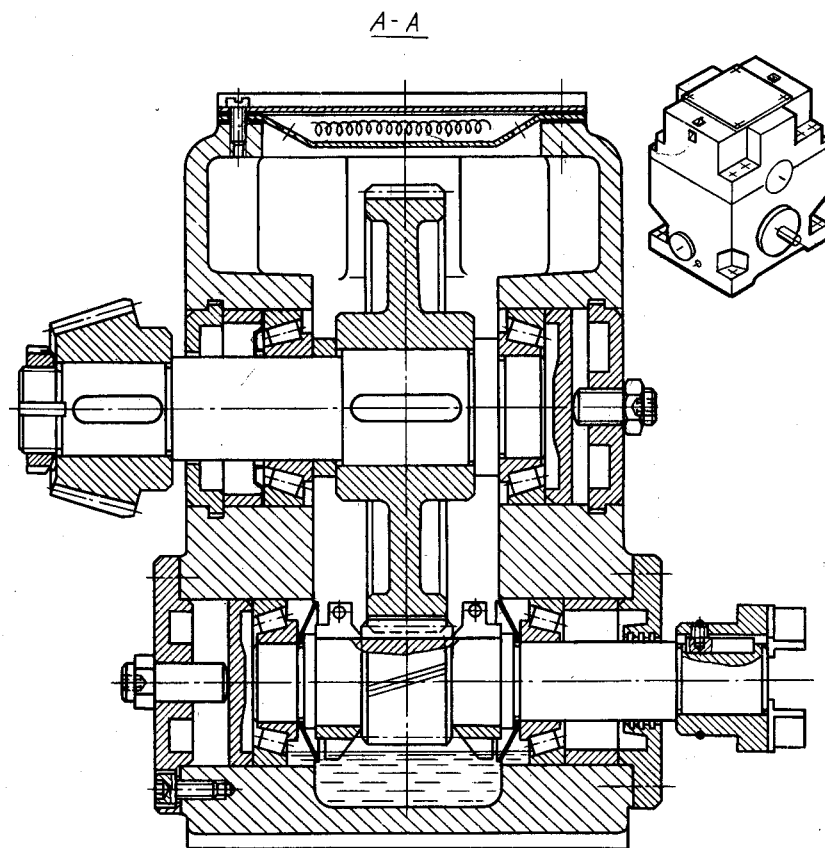


Рис. А15. Редуктор цилиндрический одноступенчатый



вертикальный с нижним расположением шестерни