

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Н.И. Карталис, В.А. Пронин

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПОВЫХ
КОНСТРУКЦИЙ РЕДУКТОРОВ**

Учебно-методическое пособие



УДК 621.81

Карталис Н.И., Пронин В.А. Особенности проектирования корпусных деталей типовых конструкций редукторов: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 46 с.

Изложены рекомендации по проектированию корпусных деталей редукторов общего назначения и способы соединения корпусных деталей.

Издание предназначено студентам, обучающимся по направлениям 140700, 141200, 151000, 190600.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.В. Цыганков

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Карталис Н.И., Пронин В.А., 2014

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕДУКТОРАХ

Всякая передача зацеплением, предназначенная для передачи крутящего момента с одного вала на другой, который изменяется по величине или направлению или только по величине, и заключенная в корпус, носит название редуктора или мультипликатора. Конструктивное исполнение этих механизмов идентично, поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать редукторы.

Редуктор является промежуточным звеном между двигателем и рабочим механизмом машины и обычно представляет собой самостоятельный агрегат, выпускаемый заводами серийно для общего применения. Редуктор может быть встроенным в рабочую машину или двигатель, в этом случае он является составной частью машины.

Редукторы в сравнении с открытыми передачами зацеплением обладают рядом преимуществ, из которых основными являются следующие:

1) редукторные передачи работают в более благоприятных условиях, ибо наличие непроницаемого корпуса изолирует их от внешней среды;

2) наличие корпуса (кожуха) позволяет изготавливать редукторные передачи из более качественных материалов с повышенным классом точности и с более высоким КПД;

3) корпус гарантирует постоянство относительного расположения валов, дает возможность осуществить компактную конструкцию с более плавным ходом и меньшим шумом в работе;

4) наличие корпуса позволяет осуществлять стабильную смазку элементов зацепления, что способствует меньшему износу зубьев;

5) редуктор как закрытый механизм удобен в процессе эксплуатации и с точки зрения техники безопасности.

Все эти преимущества обусловили широкое применение редукторов в машиностроении. В настоящее время редукторы почти полностью вытеснили открытые передачи. Современная техника позволяет выпускать редукторы различных форм и конструкций с широким диапазоном мощностей и передаточных чисел.

В зависимости от расположения валов в корпусе зубчатые редукторы подразделяются на две группы: редукторы с параллельными валами и редукторы с непараллельными валами. Кроме того, в каждой группе редукторы подразделяются на соосные

и несоосные, т.е. редукторы, у которых геометрические оси ведущего и ведомого валов лежат на одной прямой. В зависимости от числа ступеней редукторы делятся на одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые. В зависимости от типа применяемых передач редукторы подразделяются на следующие типы: цилиндрические прямозубые, цилиндрические косозубые, шевронные, конические, червячные и комбинированные.

Редукторы изготавливаются серийно специализированными заводами с соответствующим их назначению классом точности.

Вопрос о редукторах носит специальный характер, и ему посвящена обширная литература. В настоящем пособии приводятся лишь основные методические указания по проектированию корпусов наиболее простых типов редукторов, применяемых в общем машиностроении.

2. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОРПУСА РЕДУКТОРА И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ

Конструирование корпуса редуктора проводится после выполнения этапа его компоновки, включающей в себя конструирование передач и валов, подшипниковых узлов и выбор уплотнений.

Корпус редуктора служит для размещения и координации деталей передачи, защиты их от загрязнения, организации системы смазки, а также восприятия сил, возникающих в зацеплении редукторной пары, подшипниках, открытой передаче, установленной на входном или выходном валу.

Наиболее распространенный способ изготовления корпусов – литье из серого чугуна или цветных сплавов. Основным критерием, определяющим выбор материалов для литых деталей машин, является их форма, условия работы, характер нагружения. Из легких сплавов для изготовления корпусов редукторов наибольшее распространение получил силумин. Отливки из этого материала обладают сравнительно высокими литейными и механическими характеристиками, имеют низкую плотность и высокую теплопроводность, стойкость к коррозии. При среднесерийном производстве литье осуществляется по металлическим моделям.

При конструировании редуктора должны решаться две основные задачи:

- 1) создание конструкции, в полной мере отвечающей эксплуатационным требованиям;
- 2) создание конструкции, наиболее экономичной в изготовлении.

При конструировании изделия необходимо предусмотреть возможный метод получения заготовки каждой детали. Так, для литой заготовки из чугуна деталь должна иметь плавное закругление и по возможности одинаковую толщину стенок. При разной толщине стенки должен быть обеспечен плавный переход от одной толщины к другой. Конструирование литой детали должно предусматривать возможный разъем модели и направление ее выемки из формы.

В ряде случаев принимают во внимание специфические требования технологии термической обработки, а также требования технологии окраски. При конструировании изделия и его деталей учитываются также особенности механической обработки деталей и сборки.

Все вышеперечисленные требования технологии оказывают вполне определенное влияние на конструкцию изделия и его деталей. Поэтому общепризнанной является связь между конструкцией изделия и технологией его изготовления.

К тому же известно, что технологический процесс любого вида (получение заготовок, механическая обработка, сборка и др.) зависит не только от конструкции изделия, но и от предполагаемого количественного выпуска изделий в единицу времени, т. е. от масштаба выпуска изделий. Следовательно, масштаб выпуска, технология и конструкция изделия находятся в тесной взаимосвязи.

Очевидно, что при создании технически грамотной конструкции изделия необходимо предусмотреть одновременное обеспечение высоких эксплуатационных показателей и высокую степень технологичности его конструкции.

Таким образом, готовый проект должен отвечать вполне определенным техническим требованиям, основные из которых можно сформулировать следующим образом:

1. Обоснование применения каждого узла, каждой детали узла, каждого элемента конструируемой детали с приведением доводов в пользу использования сложного устройства, детали сложной конструкции, элемента детали. Если в детали предусмотрены вы-

точки, уступы и др., то необходимо отчетливо представлять себе, какое назначение они имеют и есть ли в них необходимость.

2. Учет требований технологии сборки и разборки, предусматривающий удобство сборки и регулировки, а также разборки; уменьшение объема ручных и пригоночных операций на сборке; сокращение цикла сборки.

3. Соответствие конструктивных форм детали условиям технологии получения заготовок и технологии ее механической обработки при заданном масштабе выпуска.

Основными видами заготовок являются: отливка из чугуна, стали, цветных металлов; поковки из стали, получаемые методом свободнойковки и в штампах; сварные заготовки.

Главное требование к поковкам, выполняемым методом свободнойковки, – простота конструктивных форм детали, а требования к поковкам, выполняемым в штампах, – это уклоны в направлении выемки заготовки из штампа, а также плавные закругления углов.

Основные требования технологии механической обработки к конструкции деталей: создание удобных баз для установки и мест крепления деталей в приспособлении или на столе станка; обеспечение легкого доступа к обрабатываемым поверхностям как режущего, так и измерительного инструмента; уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей; создание форм, удобных для обработки поверхностей.

4. Экономное расходование материалов и особенно металла. Требуемой прочности и жесткости деталей следует добиваться введением ребер жесткости и рациональным распределением металла в детали, а не увеличением толщины ее стенок; не следует также допускать скоплений металла в отдельных ее частях. В ненагруженной или малонагруженной зоне детали рекомендуется делать окна и выемки для более равномерного нагружения материала. Следует вместо металла, по возможности, использовать пластмассу и другие неметаллические материалы. Везде, где это целесообразно, рекомендуется вместо стали использовать чугун, вместо дорогих марок стали – дешевые и применять составные, сборные конструкции деталей.

5. Широкое использование стандартных узлов и деталей. Изготовление специальной детали обходится в несколько раз дороже стандартной. Поэтому, где возможно, следует применять стандарт-

ные муфты, тормоза, подшипники, смазочную аппаратуру (насосы, фильтры, масленки, ниппели), крепежные детали, детали управления (рукоятки, маховички и т. п.).

6. Надежность смазки всех трущихся поверхностей детали.

7. Обеспечение достаточных зазоров между деталями. Слишком малые зазоры недопустимы из-за опасности задевания деталей друг за друга. Слишком большие зазоры нежелательны из-за увеличения размеров и массы узла.

Корпусы редукторов обычно изготавливаются в виде разъемной масло- и пыленепроницаемой коробки, изготавливаемой методом литья. Верхняя съемная часть корпуса носит название крышки. Крышка редуктора соединяется с корпусом (нижняя часть) посредством болтов, винтов или шпилек. Для этой цели корпус и крышка имеют по линии разъема фланцы. В целях обеспечения герметичности плоскости разъема обрабатываются герметиками. Применение каких-либо прокладок между фланцами корпуса и крышки не допускается, так как этим нарушаются посадки наружных колец подшипников в корпусе. Нижнюю часть корпуса редуктора иногда называют картером, так как она заполняется маслом для смазки передач и подшипников качения.

Форма корпуса определяется в основном технологическими, эксплуатационными и эстетическими условиями с учетом его прочности и жесткости, а конструктивное оформление всецело зависит от типа редуктора. На рис. 1 представлена крышка и основание корпуса двухступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора с наружными конструктивными элементами.

Несмотря на разнообразие форм корпусов, они имеют одинаковые конструктивные элементы – подшипниковые бобышки, фланцы, ребра, соединенные стенками в единое целое, – и их конструирование подчиняется некоторым общим правилам и соотношениям размеров.

Корпуса современных редукторов очерчивают плоскими поверхностями, все выступающие элементы (бобышки подшипниковых гнезд, ребра жесткости) устраняют с наружных поверхностей и вводят внутрь корпуса, лапы под болты крепления к основанию не выступают за габариты корпуса, проушины для транспортирования редуктора отлиты как единое целое с корпусом. При такой конструкции корпус имеет большую жесткость и лучшие виброаку-

тические свойства, повышенную прочность в местах расположения болтов крепления, уменьшение коробления при старении, возможность размещения большего объема масла, упрощение наружной очистки, удовлетворение современным требованиям технической эстетики. Однако масса корпуса из-за этого несколько возрастает, а литейная оснастка усложняется.

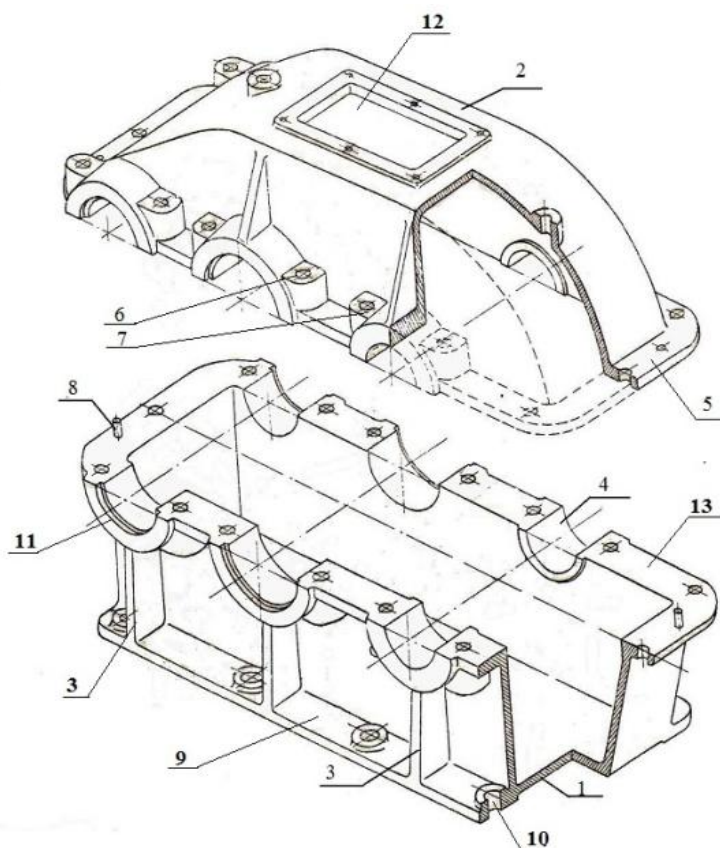


Рис. 1. Корпус двухступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора:

1 – основание корпуса (картер); 2 – крышка корпуса; 3 – ребро жесткости;
4 – подшипниковое гнездо; 5 – боковой фланец; 6 – прилив под подшипниковые болты; 7 – отверстия под подшипниковые болты; 8 – штифты; 9 – фундаментный фланец (лапы); 10 – отверстие под фундаментные болты; 11 – бобышка; 12 – люк;
13 – продольный фланец

Ниже рассмотрены общие вопросы конструирования основных элементов корпусов (выбор размеров фланцев, бобышек, оформление мест крепления, форма проушин и др.) на примере одноступенчатого цилиндрического редуктора.

Конструктивное оформление корпусов редукторов предполагает пять основных типов:

1-й тип – «классический»: имеет наружные бобышки, фланцы, горизонтальную плоскость разъема и болтовое соединение. Достоинством такой конструкции является удобство литья, гладкая внутренняя поверхность для создания хороших условий при разбрызгивании смазки. Стенки корпуса и крышки максимально приближены к передачам, что снижает не только металлоемкость конструкции, но и ее жесткость.

2-й отличают винтовое соединение крышки и картера, а также выступающие бобышки. У крышки стенки сближены, а у картера раздвинуты, обеспечивая большую жесткость, при этом он технологически несложен в изготовлении;

3-й имеет внутренние бобышки, винтовое соединение, гладкие наружные стенки без выступающих конструктивных элементов, фундаментные лапы не выступают за габариты корпуса. Технологически сложен в изготовлении, внутренние ребра и бобышки могут иметь зоны сильного нагрева из-за недостаточной зоны масляного тумана;

4-й – неразъемный, для его сборки используют боковые съемные крышки, являющиеся одновременно опорами вала. Подобный корпус часто применяют для червячных редукторов и мотор-редукторов. Такая конструкция позволяет осуществлять торцевую (осевую) сборку;

5-й – коробчатый, имеет верхнюю съемную крышку и неразъемный корпус. Используется для коробок передач, в съемной крышке которых располагается механизм переключения передач. Неразъемный корпус обладает достаточной жесткостью, при этом нет необходимости в высокой точности обработки плоскости разъема и в использовании тяжело нагруженных винтов, стягивающих эти плоскости.

Конструктивное оформление корпусов пяти типов и соотношение размеров их элементов представлены на рис. 2 и в табл. 1 соответственно.

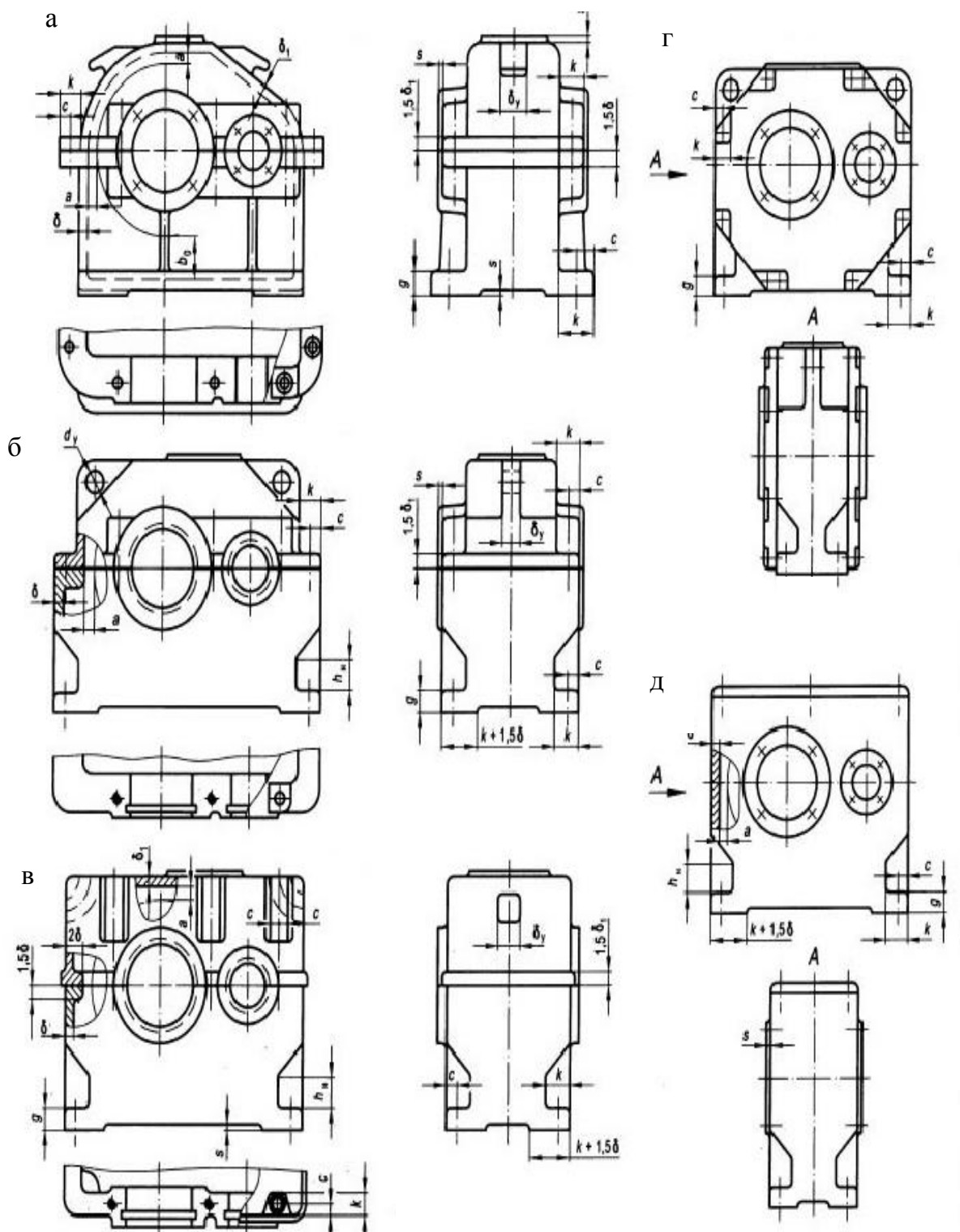


Рис. 2. Конструктивное оформление корпусов редукторов:
а – редуктор с горизонтальной плоскостью разъема и предельно сближенными стенками корпуса и крышки; б – редуктор, занимающий промежуточную конструкцию между вариантами а и в; в – редуктор с максимальной массой и жесткостью; г – редуктор, не имеющий горизонтальной плоскости разъема; д – редуктор, имеющий верхнюю съемную крышку для сборки

Таблица 1

Наименование элементов	Условное обозначение	Соотношение размеров
Толщина стенки корпуса	δ	$1,2 \sqrt[4]{T} \geq 6 \text{ мм}$
Толщина стенки крышки	δ_1	$0,9\delta \geq 6 \text{ мм}$
Толщина фланца корпуса	—	$1,5\delta$
Толщина фланца крышки	—	$1,5\delta_1$
Толщина лапы корпуса	g	$(2,3 \dots 2,4) \delta$
Диаметр винтов, стягивающих корпус и крышку	d	$1,25 \sqrt[3]{T} \geq 10 \text{ мм}$
Диаметр винтов крепления корпуса	d_k	$1,25d$
Диаметр штифтов	$d_{шт}$	$(0,7 \dots 0,8) d$
Расстояние от оси винта до плоского края	c	$(1,1 \dots 1,2) d$
Расстояние от оси винта до края отверстия	c_1	$(1 \dots 1,1) d$
Ширина фланца при установке винта: с шестигранной головкой с шестигранным углублением	k k_1	$2,7d$ $2c$
Ширина опорной поверхности корпуса (лапы корпуса)	—	$k + 1,5\delta$
Толщина внутренних ребер	δ_p	$(0,8-0,9) \delta$
Толщина наружных ребер	δ_p	$(0,9-1) \delta$
Минимальный зазор между колесом и корпусом	a	δ
Минимальное расстояние от колеса до дна корпуса	b_0	$4a$
Минимальное расстояние между необработанной и обработанной поверхностями литой детали	s	$0,5\delta$
Минимальный диаметр прилива корпуса вокруг подшипника качения (диаметр бобышки)	D_1	$1,25D + 10 \text{ мм}$
Число винтов крепления корпуса при: $a_{WT} \leq 315 \text{ мм}$ $315 < a_{WT} \leq 710 \text{ мм}$	z	4 6
Высота ниши при креплении винтами	h_n	$2,5(d_k + \delta)$

Наименование элементов	Условное обозначение	Соотношение размеров
Высота ниши при креплении шпильками	h_n	$(2-2,5) d_k$
Диаметр отверстия проушины	d_y	$3\delta_1$
Толщина проушины (крюка)	δ_y	$(2-3) \delta_1$

Примечание: здесь T – момент на тихоходном валу редуктора, Н·м;
 a_{WT} – межосевое расстояние тихоходной передачи редуктора; D – наружный диаметр подшипника

В качестве примера рассмотрим конструктивное оформление корпуса одноступенчатого редуктора второго типа, изображенного на рис. 3 и рис. 4.

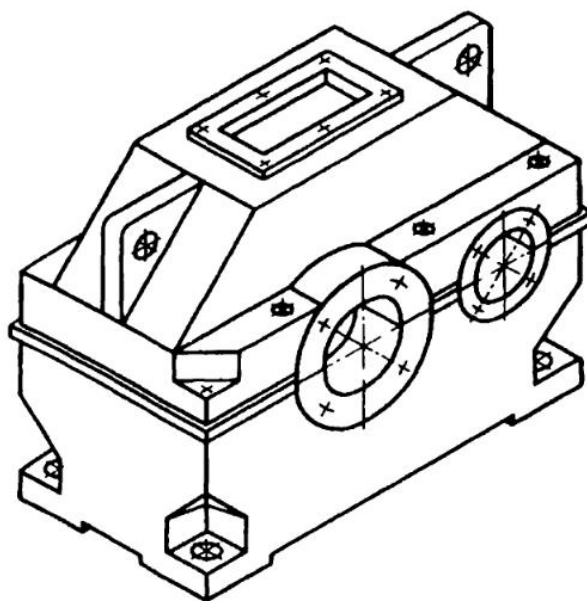


Рис. 3. Аксонометрическое изображение корпуса одноступенчатого цилиндрического редуктора (по варианту рис. 2, б)

Ориентировочные размеры корпуса определяются при составлении компоновочной схемы и уточняются при разработке конструкций узлов, что позволяет выполнить их окончательное конструктивное оформление.

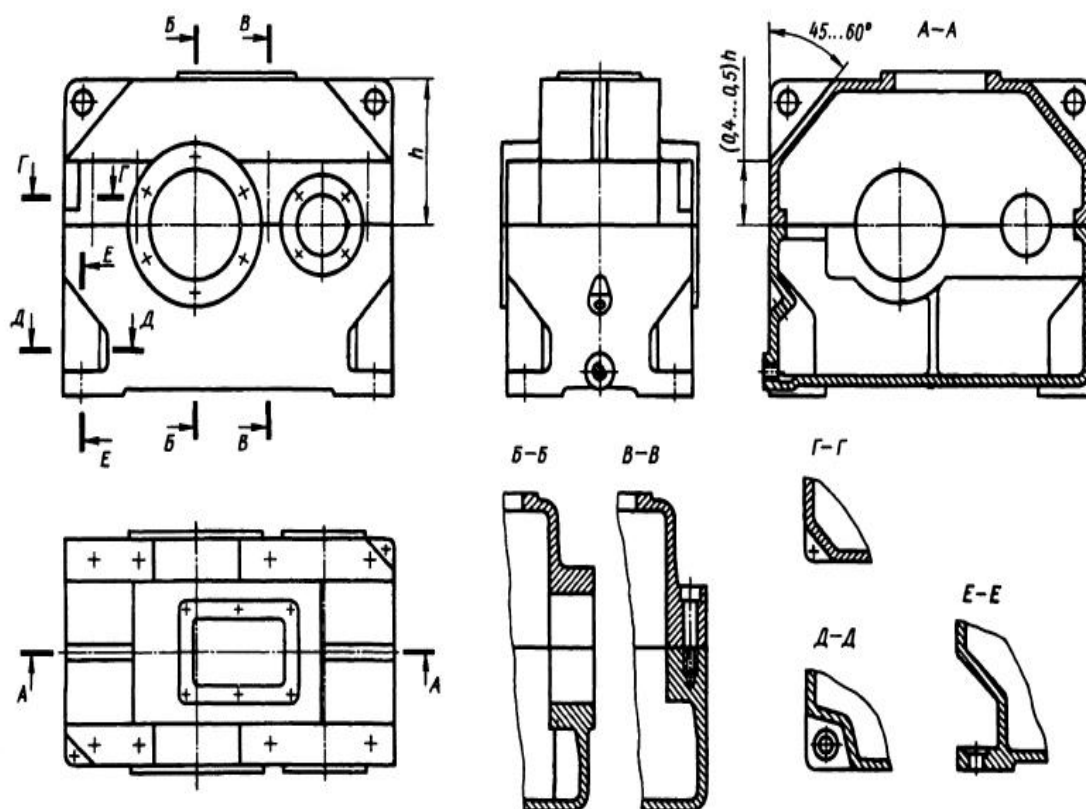


Рис. 4. Корпус одноступенчатого цилиндрического редуктора, выполненный в прямоугольных проекциях

В рассматриваемом корпусе для удобства сборки предусмотрен разъем, проходящий через оси валов. Плоскость разъема для удобства обработки расположена параллельно плоскости основания. Верхняя поверхность крышки, служащая технологической базой для обработки плоскости разъема, также имеет параллельную плоскость основания. Крепление крышки и корпуса произведено только с продольных сторон, т. е. со стороны бобышек.

3. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО КОНТУРА КОРПУСА РЕДУКТОРА

При конструировании литой корпусной детали надо учитывать, что ее стенки должны иметь одинаковую толщину. Толщину стенок литых деталей стремятся уменьшить до величины, определяемой условиями хорошего заполнения формы жидким металлом.

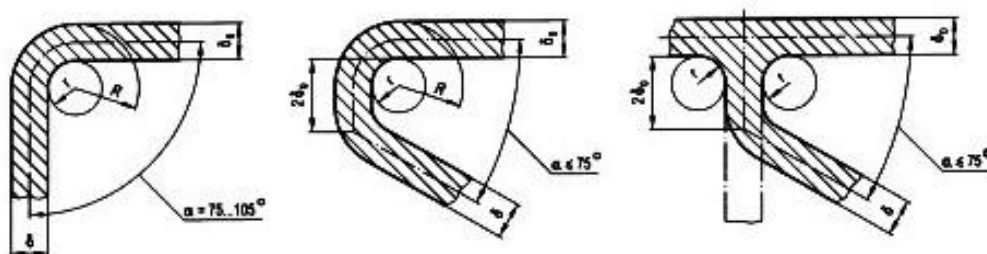
Для редукторов толщина стенки основания корпуса, отвечающая требованиям технологии литья, т. е. необходимой прочности и жесткости корпуса, вычисляется по формуле

$$\delta = 1,3\sqrt[4]{T} \geq 6 \text{ мм},$$

где T – вращающий момент на выходном (тихоходном) валу, Н·м.

Данные для конструирования литых деталей в зависимости от толщины стенок представлены на рис. 5 и в табл. 2 и 3.

а



б

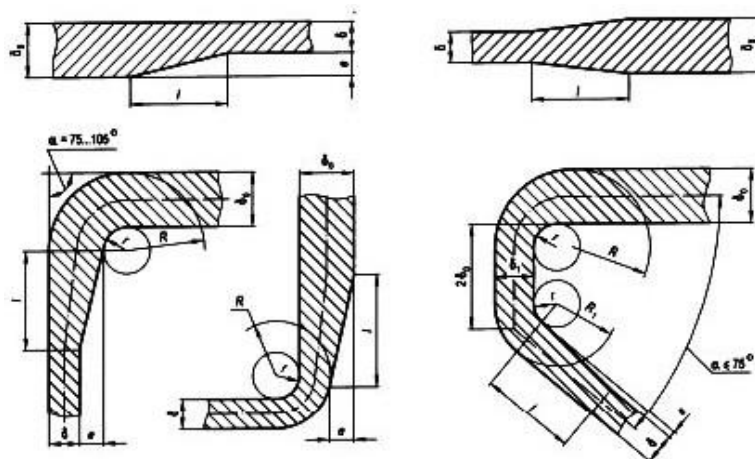


Рис. 5

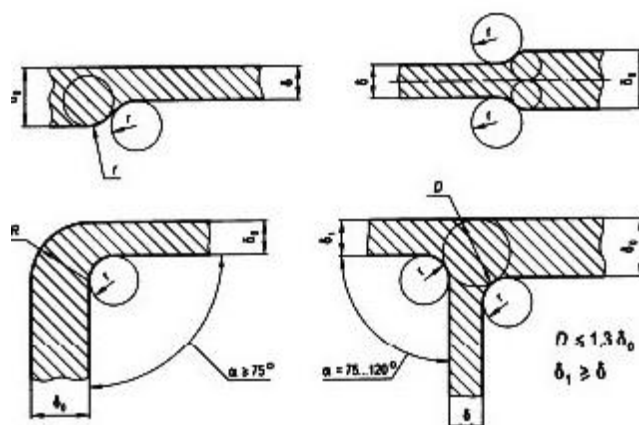


Рис. 5. Конструкции литых деталей в зависимости от толщины стенок:
а – угловые сопряжения стенок одинаковой толщины ($\delta = \delta_0$; $r = (0,5 \dots 1)\delta$);
б – переходные участки и угловые сопряжения стенок разной толщины
при $\delta_0 / \delta > 2$; $r = (0,5 \dots 1) \frac{\delta_0 + \delta}{2}$ (для чугунных отливок); в – переходные
участки, угловые и тавровые сопряжения стенок разной толщины
при $\delta_0 / \delta \leq 2$; $r = (0,5 \dots 1) \frac{\delta_0 + \delta}{2}$

Таблица 2

Формовочные уклоны металлических отливок	
h , мм	β
До 10	$2^\circ 55'$
Свыше 10 до 16	$1^\circ 55'$
Свыше 16 до 25	$1^\circ 30'$
Свыше 25 до 40	$1^\circ 05'$
Свыше 40 до 63	$40'$
Свыше 63 до 100	$35'$
Свыше 100 до 250	$25'$
Свыше 250 до 630	$20'$

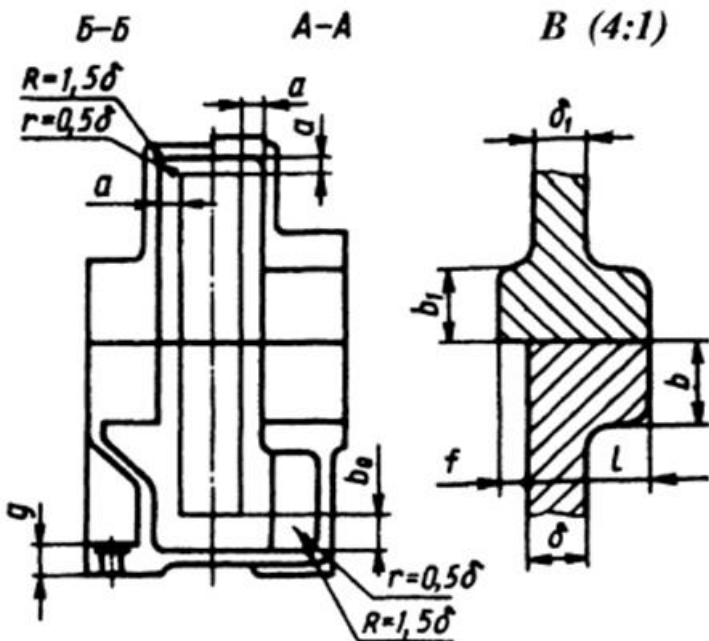
Таблица 3

Минимальные размеры литых отверстий, мм	
δ	d
6–10	δ
12–18	$0,75\delta$
20–30	$0,5\delta$
32–38	$0,4\delta$
40–50	$0,35\delta$

Зазор a между стенками и элементами передач принимается приблизительно равным толщине стенки корпуса редуктора δ . Толщина стенки крышки корпуса $\delta_1 = 0,9\delta \geq 6$ мм, где δ – толщина стенки корпуса. Затем оформляют крышку вертикальными стенками. Для уменьшения массы крышки боковые стенки имеют наклоны (на рис. 6 они показаны штриховыми линиями). Расстояние между дном корпуса и поверхностью колеса $b_0 \geq 3a$.

Для соединения корпуса и крышки по всему контуру плоскости разъема редуктора располагают специальные фланцы (рис. 6, сечение B). На коротких боковых сторонах фланцы обращены внутрь от стенки корпуса, так как эти фланцы не соединяются крепежными деталями в силу их небольшой длины. Вследствие погрешностей при изготовлении моделей крышки и корпуса, а также погрешностей при формовке и во время удаления моделей из формы размеры отливок имеют отклонения от номинальных значений. Это приводит к несовпадению внешних контуров корпуса и ухудшает внешний вид. Несовпадение станет незаметным, если крышку корпуса выполнить с напуском, где напуск $f = (0,4-0,5) \delta_1$; толщина фланцев крышки и корпуса $b_1 = 1,5\delta_1$, $b = 1,5\delta$; ширина бокового фланца корпуса $l = (2-2,2) \delta$.

Основные проектные внутренние и зависящие от них наружные размеры корпуса и крышки приведены на рис. 6.



по плоскости разъема (сечение B):

$a = \delta$ – зазор между зубчатыми передачами и стенками (фланцами) редуктора;

R_1 и R_2 – расстояние от центра вала до внутреннего торца бокового фланца, равное $R_1 = r_{a1} + a$ и $R_2 = r_{a2} + a$; $h = R_1 + \delta_1$ – высота крышки; $L_n = L + 2(a + l + f)$ – продольный размер корпуса редуктора; $L = 0,5(d_{a1} + d_{a2})$ – габаритный размер зубчатой передачи; $g = 2,4\delta$ – толщина лапы корпуса; $b_0 = 3a$ – расстояние от наружного диаметра колеса до дна корпуса; R, r – радиусы сопряжений стенок корпуса

4. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРИЛИВОВ ПОДШИПНИКОВЫХ ГНЕЗД

Конструкция приливов, в которых располагаются подшипники, представлена рис. 7.

Размеры приливов зависят от конструкции крышки подшипника и диаметра D отверстия под подшипник. Диаметр прилива определяют в мм:

для привертной крышки (рис. 7, б) – $D_{\text{п}} = D_{\text{ф}} + 4-6$ мм;

для закладной крышки (рис. 7, г) – $D_{\text{п}}' = 1,25D + 10$ мм,

где $D_{\text{ф}} = (4-4,4) d_{\text{в}}$ – диаметр фланца крышки подшипника; $d_{\text{в}}$ – диаметр резьбы винта.

а

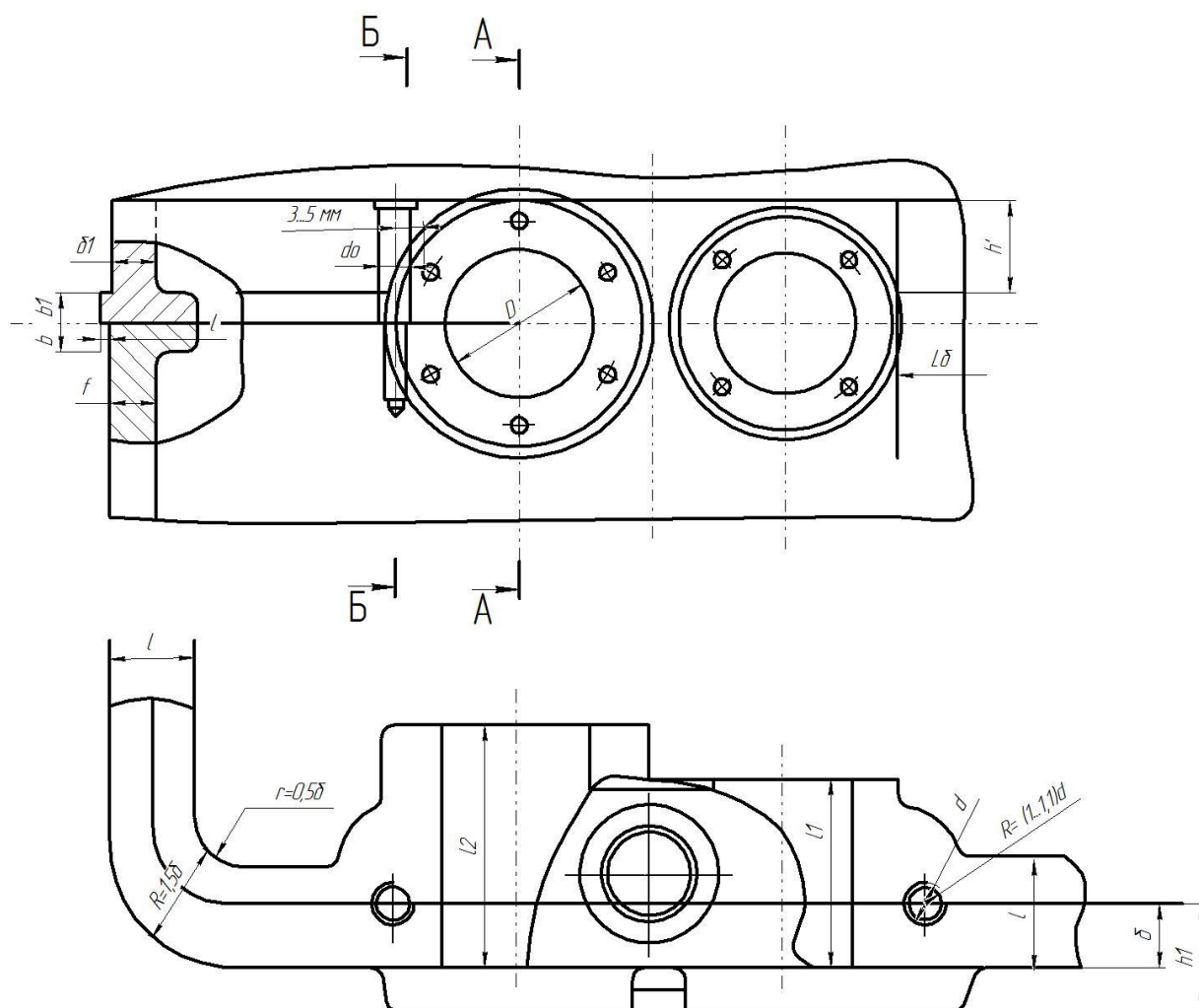


Рис. 7

б

в

г

А-А

Б-Б

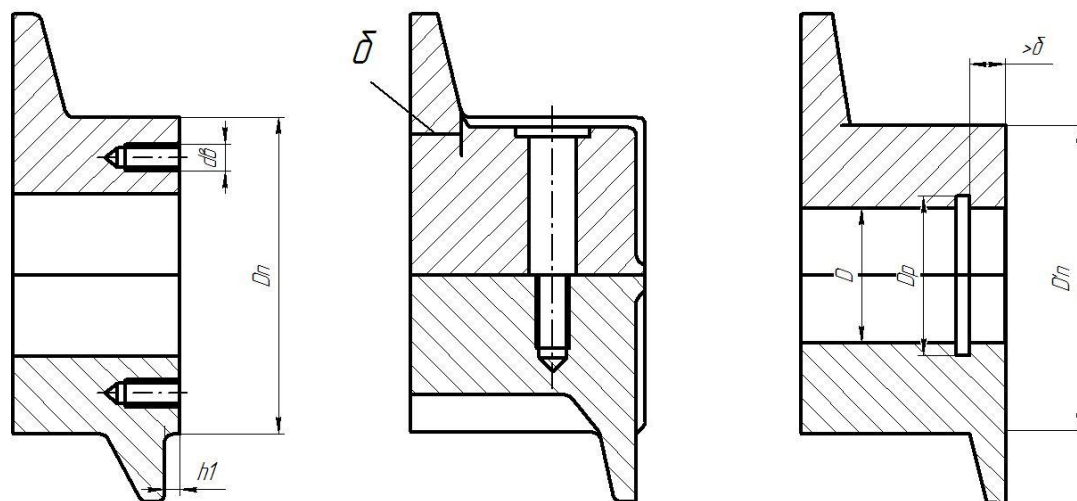


Рис. 7. Конструктивное оформление приливов для подшипниковых гнезд:
 а – длина подшипниковых гнезд, согласованная с шириной фланца, и условия размещения комплекта подшипника с крышкой и другими деталями; б – подшипниковое гнездо под крышку с торцевым креплением; в – отверстия под винты (болты) крепления крышки к корпусу, расположенные в районе бобышек; г – подшипниковое гнездо с канавкой под врезную крышку

Крепежные резьбовые отверстия для привертных крышек обычно сверлят на станках при отдельной механической обработке корпуса и крышки редуктора. Поэтому нельзя проектировать отверстия в стыке крышки с корпусом, так как они могут быть выполнены только после сборки, что неудобно. Кроме того, при затяжке винтов действует сила, отжимающая в этом случае крышку от корпуса.

Длину l_1 и l_2 подшипниковых гнезд (см. рис. 7) определяют конструктивно из условия размещения комплекта подшипника с крышкой и другими устанавливаемыми в гнезде деталями. Так как осевые размеры деталей и конструкции разных опор различны, то и длина подшипниковых гнезд разная. Длину подшипниковых гнезд согласуют также с шириной фланца, необходимой для размещения головки винта при соединении крышки с корпусом, или гайки (рис. 7, б).

Размеры получаются, как правило, небольшими, и устанавливать ребра жесткости на корпусе нет необходимости. Если на выходном валу действует консольная сила, то предусматривают одно ребро, смещенное в сторону быстроходного вала (см. рис. 6, сечение $A-A$). Не рекомендуется располагать ребра по вертикальной оси отверстия бобышки.

Для удобства обработки наружные торцы приливов всех подшипниковых гнезд, расположенных на одной стенке корпуса, должны лежать в одной плоскости (рис. 7, a), выступая за плоскость стенки основания корпуса на величину $h_1 = 0,5\delta$.

5. КРЕПЛЕНИЕ КРЫШКИ РЕДУКТОРА К ОСНОВАНИЮ КОРПУСА

Фланцы предназначены для соединения корпусных деталей редуктора. В базовом варианте конструируют пять фланцев: первый – фундаментный основания корпуса; второй – подшипниковый бобышки основания и крышки корпуса; третий – соединительный основания и крышки корпуса; четвертый – крышки подшипникового узла; пятый – крышки смотрового люка. Диаметр фланцевых болтов (винтов) определяется в зависимости от межцентровых расстояний, а размеры для головок болтов (гаек) устанавливаются конструктивно. Болтовое или винтовое соединение деталей корпуса редуктора зависит от типа его конструкции. Для редукторов с плоскими наружными поверхностями используются ниши или углубления, выполненные в вертикальных стенках редуктора. Для исключения внецентренного растяжения болтов (винтов) планируются опорные поверхности головок винтов, болтов и гаек.

Крепление крышки к корпусу редуктора определяется типом корпуса редуктора и видом резьбового соединения. В качестве крепежных деталей используют болты и винты «под внутренний шестигранник», располагаемый либо в нишах, либо на плоских поверхностях фланцев с продольных и, если необходимо, боковых сторон.

На продольных длинных сторонах корпуса редуктора фланцы корпуса располагают внутрь от стенки корпуса, а фланцы крышки – снаружи (рис. 8). Фланцы объединяют с приливами (бобышками) для подшипников.

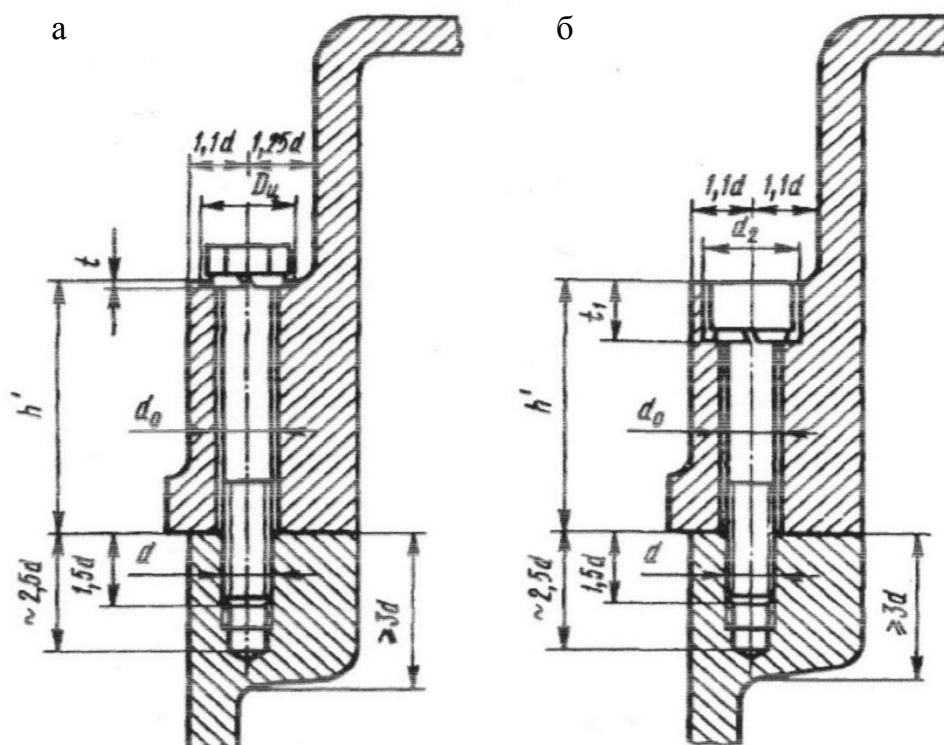


Рис. 8. Соединение крышки с корпусом редуктора, выполненного по схеме (рис. 2, б):

- а – при помощи болта с наружной шестигранной уменьшенной головкой;
 б – при помощи винта с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ»

Для соединения крышки с корпусом используют болты с наружной шестигранной уменьшенной головкой (рис. 8, а) или, предпочтительнее, винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ» (рис. 8, б). В последнем случае получают наименьшую ширину фланца. Ширину фланца выбирают из условия свободного размещения головки винта (или гайки) и возможности поворота ее гаечным ключом на угол $> 60^\circ$.

Винт заворачивают в резьбовое отверстие корпуса. Винты и болты должны быть класса прочности не менее 6,6.

Диаметр d (мм) винтов крепления крышки зависит от вращающего момента T (Н·м) на выходном валу редуктора:

$$d = 1,25 \sqrt[3]{T} \geq 10 \text{ мм.}$$

Болты (винты) крепления крышки к корпусу располагают преимущественно по продольным сторонам в районе бобышек, стараясь максимально приблизить их к отверстию под подшипник (для увеличения жесткости и плотности соединения). Болт, расположенный между отверстиями под подшипники, размещают посередине между этими отверстиями.

Минимальное расстояние между стенками близко расположенных отверстий должно составлять не менее 3–5 мм (см. рис. 7, а). Для закладных крышек расстояние от 3 до 5 мм выдерживают между стенками отверстий диаметром D_p под выступ закладной крышки и отверстием d_0 под винт, стягивающий крышку и корпус редуктора (см. рис. 7, а, г).

Высоту h' прилива в крышке под стягивающий болт (см. рис. 7 и 8) определяют графически исходя из условия размещения головки болта на плоской опорной поверхности вне кольцевого прилива под подшипник большего диаметра. Для всего редуктора эту высоту принимают одинаковой по максимальному значению диаметра D .

Винты крепления ввинчивают в резьбовые отверстия корпуса. Размеры (мм) элементов крышки и корпуса принимают по рекомендациям рис. 8 и табл. 4.

Таблица 4

Параметры опорных поверхностей под головки болтов

Диаметр резьбы, мм	d	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Диаметр отверстия:											
под стяжной болт	d_0	6,6	9	11	14	16	18	20	22	24	26
под болт крепления к плите (раме)		7	10	12	15	17	19	21	24	26	28
Диаметр цековки под головку болта или гайку с уменьшенным размером под ключ (рис. 8, а)	$D_{ц}$	14	18	20	24	26	30	32	36	40	42

Диаметр резьбы, мм	d	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Глубина цековки	t	От 0,5 до 10									
Диаметр отверстия под головку винта (рис. 8, б)	d_2	11	15	18	20	24	26	30	34	36	40
Глубина отверстия под головку винта (рис. 8, б)	t_1	9	11	14	16	19	21	23	26	28	31

Если продольные стороны редуктора оказываются достаточно протяженными, то помимо винтов в районе подшипниковых гнезд устанавливают дополнительно винты на фланцах той же h' (см. рис.8) или меньшей высоты (рис. 9) примерно на одинаковом расстоянии один от другого – с шагом $L_\delta = (10-12) d$ (см. рис. 7).

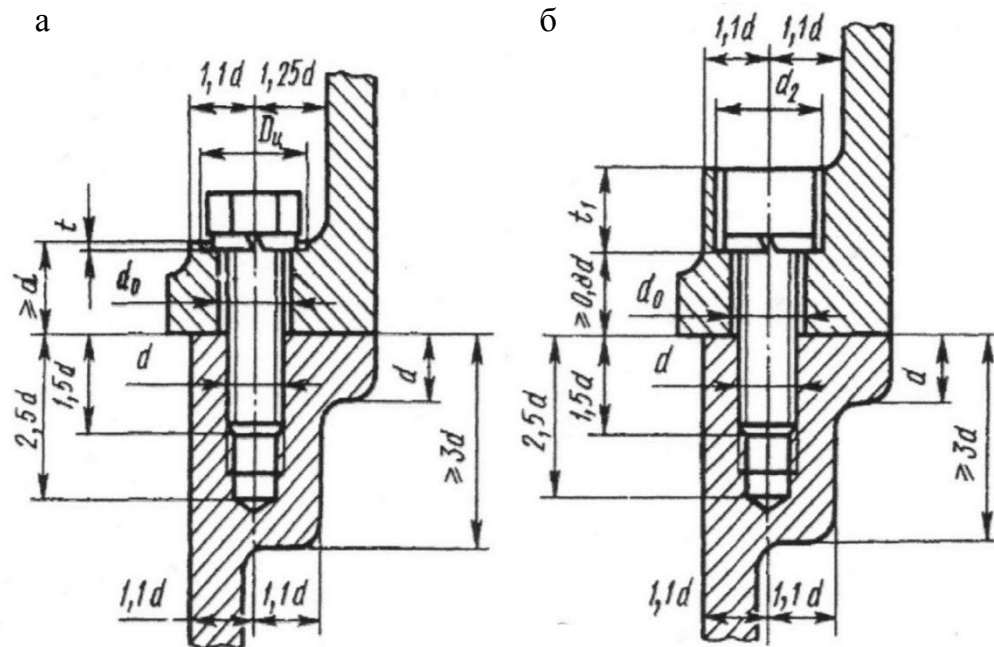


Рис. 9. Соединения поперечных фланцев крышки и корпуса редуктора:
 а – при помощи болта с наружной шестигранной уменьшенной головкой;
 б – при помощи винта с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ»

Если поперечные (боковые) фланцы имеют достаточную протяженность, то они оформляются согласно рис. 9, а, б.

Тогда продольный размер L_n несколько увеличивается на величину, необходимую для опорной поверхности фланцевых винтов (см. рис. 6, сечение В). При этом размер крышки выходит наружу, а у корпуса заходит вовнутрь. В этом случае продольный размер L_n увеличивается на величину, необходимую для опорной поверхности фланцевых винтов.

6. ФИКСИРОВАНИЕ КРЫШКИ ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА

Крышку фиксируют относительно корпуса штифтами (рис. 10). Штифты предотвращают взаимное смещение корпусных деталей при растачивании отверстий, обеспечивают точное расположение их при повторных сборках.

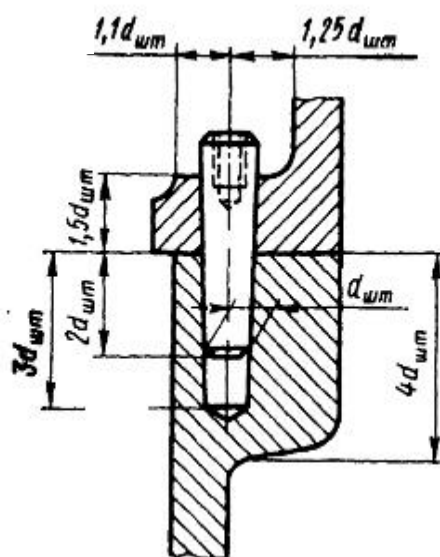


Рис. 10. Фиксирование положения крышки
и корпуса коническим штифтом

Диаметр штифтов $d_{шт} = (0,7-0,8) d$, где d – диаметр крепежного винта. Обычно применяют два конических штифта с внутренней резьбой, которые устанавливают по срезам углов крышки или на боковых фланцах (рис. 3 и 4, сечение Г–Г). Резьбу используют для извлечения штифта при разборке редуктора.

7. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ЧАСТИ КОРПУСА

Наиболее рациональной является опорная поверхность корпуса, выполненная в виде отдельных платиков, расположенных в районе установки болтов или шпилек.

Места крепления корпуса к плите или раме показаны (см. выше) на рис. 3 и 4. Диаметр винта крепления редуктора к плите (раме): $d_{\phi} = 1,25d$, где d – диаметр винта крепления крышки и корпуса редуктора. Число z винтов зависит от межосевого расстояния a_w (мм) тихоходной ступени: $z = 4$ при $a_w < 315$ мм; $z = 6$ при $a_w > 315$ мм.

Места крепления корпуса к плите или раме располагают на возможно большем (но в пределах габарита корпуса) расстоянии друг от друга и оформляют в виде ниш, расположенных по углам корпуса (рис. 11).

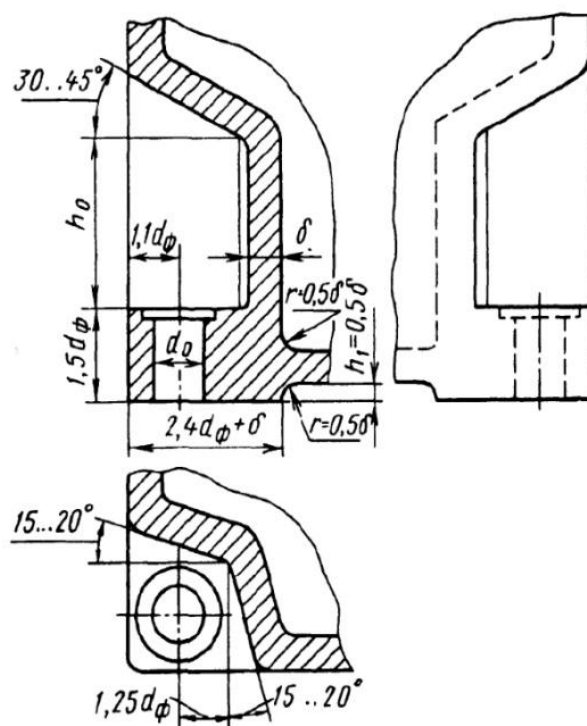


Рис. 11. Угловая ниша под фланцевые болты корпуса редуктора

Если нишу не удастся расположить в углу корпуса, то ее выносят на боковую стенку (рис. 12).

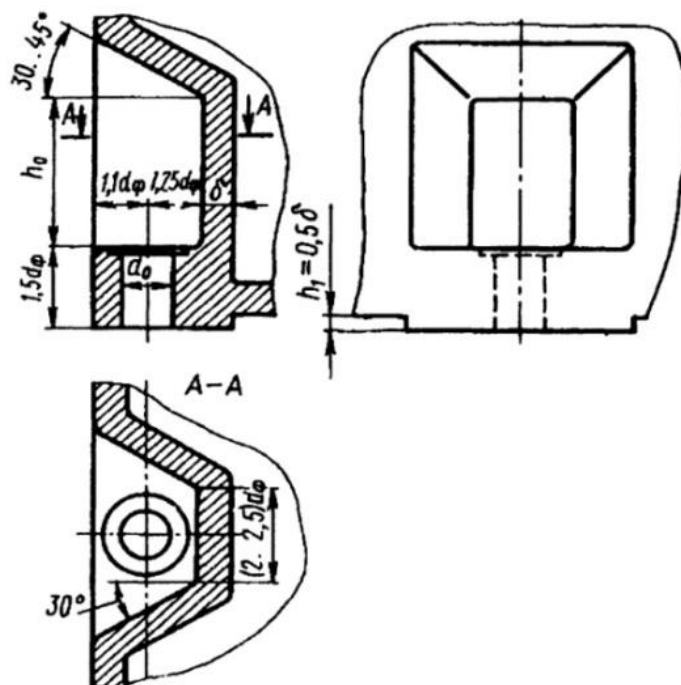


Рис.12. Промежуточная ниша под фланцевые болты корпуса редуктора

Высота ниши при креплении болтами: $h_0 = 2,5(d_\phi + \delta)$; при креплении шпильками $h_0 = (2 \dots 2,5) d_\phi$.

Когда это возможно, редуктор крепят к раме снизу (рис. 13); поверхность имеет глухое резьбовое отверстие, выполненное в приливе лап корпуса редуктора.

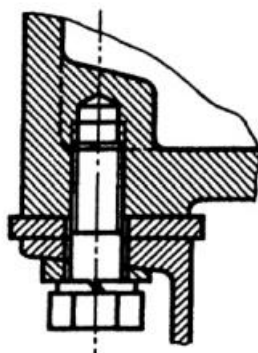


Рис. 13. Крепление редуктора к раме

8. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СЛИВНЫХ ОТВЕРСТИЙ, СМОТРОВЫХ ЛЮКОВ И ПРОУШИН

Наиболее часто в редукторах используют картерную систему смазывания, при которой корпус является резервуаром для масла. Масло заливают через верхний люк. При работе передачи масло постепенно загрязняется продуктами изнашивания, оно стареет, свойства его ухудшаются. Поэтому масло периодически меняют. Для слива масла в корпусе выполняют сливное отверстие, закрываемое пробкой. Сливное отверстие должно быть достаточно большого диаметра. Его располагают ниже уровня днища (рис.14). Чтобы масло сливалось без остатка, дно корпуса выполняют с уклоном от $0,5$ до $1,0^\circ$ в сторону сливного отверстия. Внутри корпуса у самого отверстия предусматривают местное углубление для выхода инструмента, которым обрабатывают отверстие. Толщина днища в месте углубления должна оставаться без изменения.

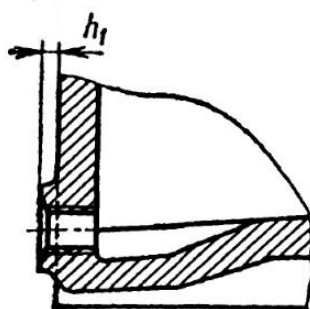


Рис. 14. Отверстие для слива масла из картера редуктора

Перед сверлением и нарезанием резьбы сливного отверстия прилив в корпусе фрезеруют, поэтому он должен выступать над необрабатываемой поверхностью на высоту $h = 0,5\delta$.

Конструкция и размеры пробок сливных отверстий представлены на рис. 15 и в табл. 5 и 6 соответственно.

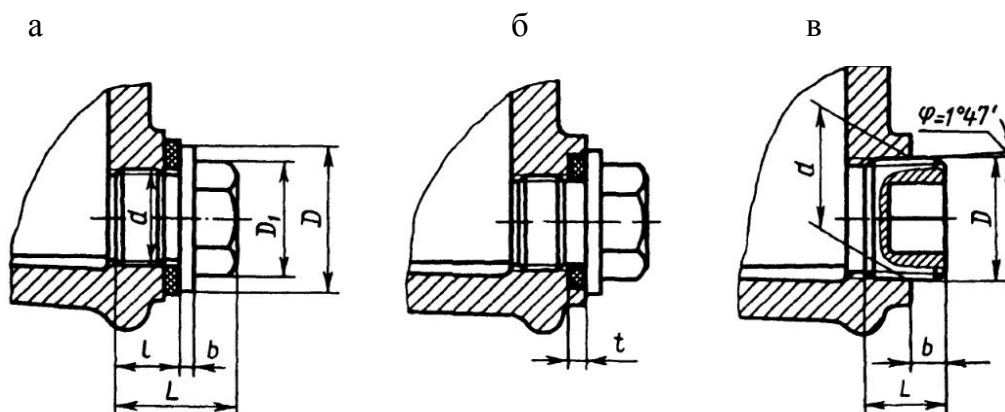


Рис. 15. Конструктивное оформление пробок сливных отверстий:
а – установка торцевой прокладки; б – установка уплотняющего кольца;
в – пробка с конической самоуплотняющейся резьбой

Таблица 5

Размеры пробок с цилиндрической резьбой

d	D	D_1	L	l	b	t
$M16 \times 1,5 - 8g$	25	21,9	24	13	3	3
$M20 \times 1,5 - 8g$	30	25,4	25	13	4	3

Таблица 6

Размеры пробок с конической резьбой

Обозначение резьбы	d	D	L	b
$K1/2''$	21,2	21,54	13,5	8,1
$K3/4''$	26,6	26,89	14	8,6

Отверстие для выпуска масла предпочтительнее закрывать пробкой с конической резьбой, не требующей дополнительного уплотнения.

Люк верхней части редуктора используют для залива масла и для контроля зацепления, а также для осмотра зубчатых колес и подшипников. Размеры его должны быть по возможности большими, форма – прямоугольной, реже круглой.

Люк закрывают крышкой. При единичном и мелкосерийном производстве применяют простейшую конструкцию крышки из стального листа (рис. 16), толщина которого $\delta_k = (0,010-0,012)L$ мм.

Под крышкой располагают уплотняющую прокладку толщиной от 1 до 1,5 мм из прокладного картона марки А или технической резины марки МБС толщиной от 2 до 3 мм. Крышки крепят винтами диаметром $d_k \approx \delta_1$, располагая их на расстоянии $(12-15) d_k$ по периметру люка.

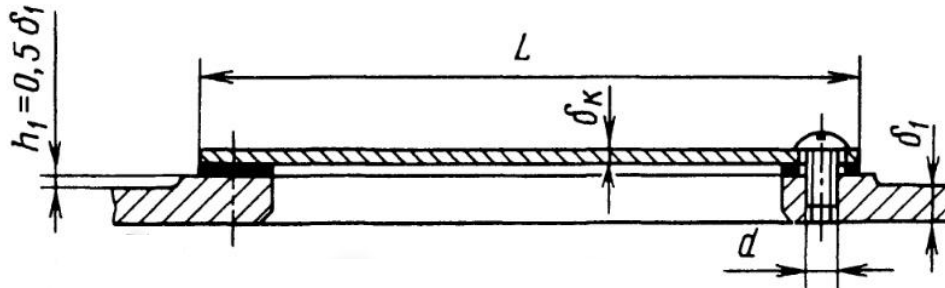


Рис. 16. Смотровой люк

Для подъема и транспортирования крышки корпуса и редуктора в сборе применяют проушины, отливая их заодно с крышкой (рис. 17). Проушина выполняется в виде ребра с отверстием.

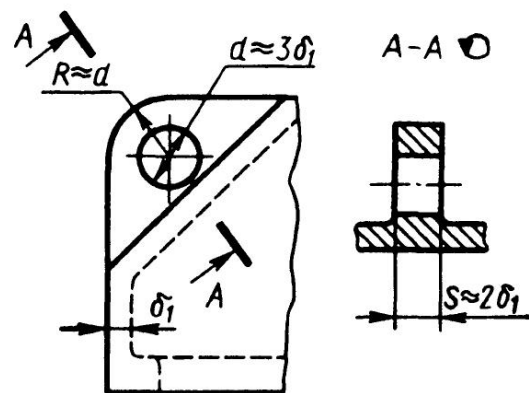


Рис. 17. Транспортная проушина

Для выравнивания давления в корпусе редуктора в крышках люков удобно устанавливать пробковую отдушину рис.18, а, б. При этом на крышку люка с внутренней стороны приваривают бобышку толщиной, достаточной для нарезания резьбы пробки, и ставят уплотняющее кольцо аналогично пробкам (см. рис. 15).

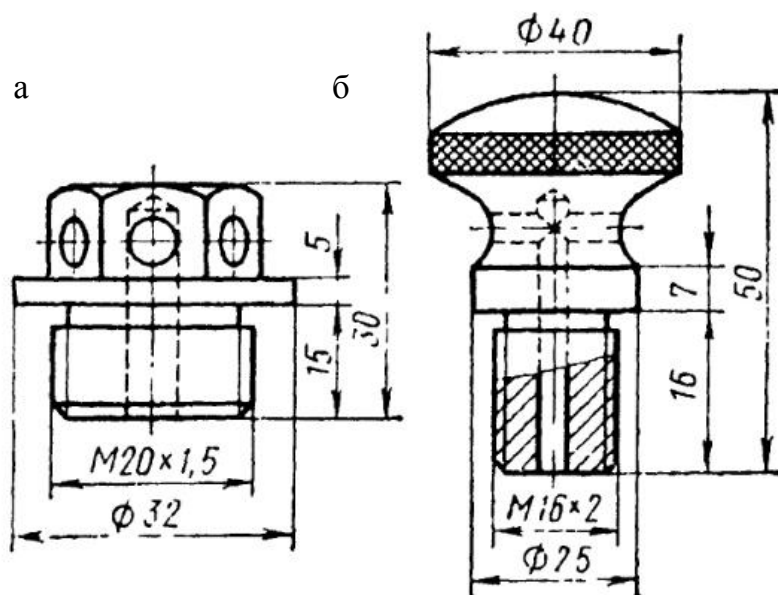


Рис. 18. Пробки-отдушины для вентиляции картера:
а – пробка-отдушина; б – пробка-отдушина с рукояткой крышки люка

9. ОСЕВАЯ ФИКСАЦИЯ НАРУЖНЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ В КОРПУСАХ

В проектируемых редукторах внутреннее кольцо подшипника вращается относительно радиальной нагрузки, подвергаясь так называемому циркуляционному нагружению; наружное кольцо неподвижно относительно радиальной нагрузки и подвергается местному нагружению.

Соединение вращающихся относительно радиальной нагрузки внутренних колец подшипника с валом осуществляется с натягом, исключая проворачивание и обкатывание кольцом сопряженной ступени вала.

Посадки неподвижных относительно радиальной нагрузки наружных колец подшипника выбираются более свободными, допускающими наличие небольшого зазора: периодическое проворачивание наружного кольца целесообразно, так как при этом изменяется положение его зоны нагружения. Кроме того, такое сопряжение облегчает осевые перемещения колец при монтаже, при регулировании зазора в подшипниках и при температурных деформациях валов.

Подшипник является основным комплектующим изделием, не подлежащим в процессе сборки дополнительной доводке. Требуемые посадки в соединении подшипника качения получают назна-

чением соответствующих полей допусков на диаметры вала или отверстия в корпусе.

Торцевые поверхности колец подшипника являются базирующими и определяют положение подшипника относительно оси вала (или отверстия). От положения этих поверхностей зависит степень перекоса наружного и внутреннего колец подшипника. Следовательно, для повышения долговечности подшипника наиболее важна точность его базирования по торцам, которая зависит от перпендикулярности, размеров и конструктивного исполнения буртиков валов и корпусов.

Фиксация осевого положения наружных колец подшипников в одну или обе стороны зависит от типа опор (плавающая или фиксированная), вида применяемых подшипников и конструкции подшипникового узла.

В большинстве случаев валы редукторов, нагруженные осевыми силами, меняют свое направление при реверсировании, что требует применения радиально-упорных подшипников и регулировки монтажных и тепловых зазоров в этих подшипниках. Следует отметить, что для ограничения осевого перемещения наружных колец подшипников делать заплечики в корпусе нежелательно, так как это усложняет расточку гнезд под подшипники, удорожает конструкцию редуктора и, кроме того, при сложных формах расточек в корпусе под подшипники труднее получить требуемую точность взаимного расположения осей. Учитывая это, лучше в корпусе делать сквозные расточки с одного установа, а для фиксации наружных колец применять стаканы с заплечиками, в которые и монтировать подшипники.

На рис. 19, а, б, в, г показаны наиболее распространенные в машиностроении способы крепления подшипников фиксирующих опор в корпусе. Широко применяют простой и надежный способ крепления подшипников в корпусе с крышкой: привертной (рис. 19, а) или закладной (рис. 19, б). Закладную крышку можно применять только в корпусах с разъемом по осям валов.

Наиболее просто крепить подшипники, имеющие канавки на наружном кольце (рис. 19, в). В канавку устанавливают наружное пружинное упорное кольцо.

Достоинством этого способа является то, что отверстие корпуса не имеет уступа, усложняющего его обработку.

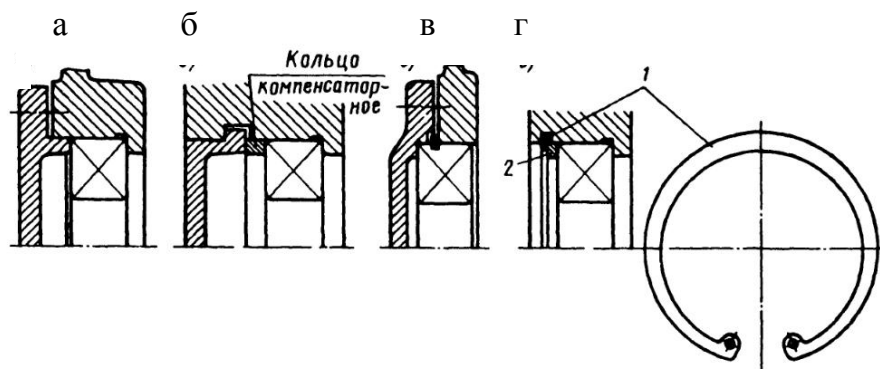


Рис. 19. Фиксация наружных колец качения:
а – привертной крышкой; б – закладной крышкой с компенсаторным кольцом;
в – подшипник со стопорным наружным кольцом; г – установка стопорного
кольца в подшипниковом гнезде:
1 – стопорное кольцо; 2 – компенсаторное кольцо

На рис. 19, г подшипник закреплен внутренним пружинным упорным плоским кольцом. Размеры пружинных колец и канавок для них стандартизованы. Чтобы закрепить кольцо подшипника в корпусе без зазора, между стопорным кольцом и подшипником ставят компенсаторное кольцо. Пружинные упорные плоские кольца могут передавать значительные осевые силы.

10. КРЫШКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Для герметизации подшипниковых узлов редуктора, осевой фиксации подшипников и восприятия осевых нагрузок применяют крышки. Они изготавливаются, как правило, из чугуна СЧ15 двух видов – привертными и закладными. Те и другие выполняют в двух конструкциях – глухими и с отверстием для выходного конца вала. Размеры крышек определяют в зависимости от диаметра наружного кольца подшипника или стакана.

Привертные крышки устанавливаются в подшипниковые гнезда и своим фланцем крепятся винтами к торцевым поверхностям бобышек корпуса. Во избежание защемления подшипников или чрезмерных осевых люфтов необходимо между одной из крышек и торцевой поверхностью бобышки корпуса ставить металлическую прокладку или набор тонких прокладок из жести, калиброванной латуни или же плотной бумаги (рис.20, а).

Обычно применяют девять прокладок общей толщиной в 1,5 мм, из которых одна толщиной 0,5 мм, четыре по 0,15 мм и четыре

по 0,01 мм. Иногда используют и другой набор прокладок: из пяти толщиной по 0,1 мм и шести – по 0,25 мм.

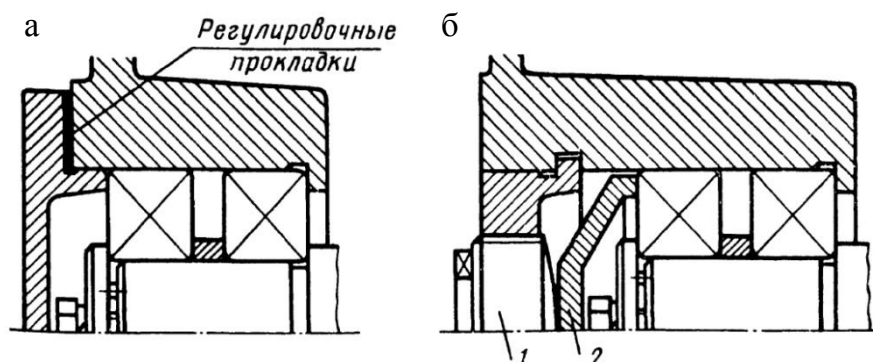


Рис. 20. Регулирование зазоров подшипников:
а – набором прокладок; б – винтовым упором 1 и упорным фланцем 2

Достоинством привертных крышек является простота конструкции и удобство регулировки зазоров в подшипниках, а недостатком – повышенные требования к точности обработки торцевой поверхности бобышки корпуса и необходимость применения крепежных деталей и резьбовых отверстий для них.

Закладные крышки применяются только в разборных корпусах редукторов. Конструкции с врезными крышками характерны тем, что, во-первых, нет надобности выдерживать строго перпендикулярное расположение торцов бобышек корпуса и осей расточек, что совершенно необходимо при крышках, закрепляемых болтами, за исключением случаев применения радиальных подшипников (при отсутствии осевых усилий в прямозубых и шевронных цилиндрических редукторах). Во-вторых, эти конструкции отличаются меньшим количеством деталей и более простым монтажом.

Наряду с этим конструкции с закладными крышками обладают и существенными недостатками, а именно: сложностью расточки канавок в корпусе под фланцы крышек; невозможностью осмотра подшипников без демонтажа крышки корпуса редуктора; сложностью применения радиально-упорных подшипников вследствие трудностей, связанных с получением необходимой величины осевого люфта.

Из-за указанных выше недостатков закладных крышек для регулировки осевой игры радиально-упорных и упорных подшипников применяют конструкции глухих привертных крышек, в которых осевая игра (люфт) регулируется с помощью винта 1,

воздействующего на наружное кольцо подшипника через упорный фланец 2. Для предупреждения самопроизвольного вращения винт обычно снабжается стопором (см. рис. 20, б).

В более ответственных редукторах, где требуется тщательная регулировка радиально-упорных подшипников, для фиксации и регулировки этих подшипников применяют резьбовые крышки со стопорением.

Следует отметить, что ввиду трудностей, связанных с нарезанием точной резьбы в корпусе и получением необходимой перпендикулярности опорных торцов крышек и оси расточек, последние две конструкции можно рекомендовать только в том случае, когда может быть обеспечена высокая точность изготовления.

Форма крышки зависит от конструкции опоры вала. Чаще всего торец вала не выступает за пределы подшипника. Поэтому наружная поверхность крышки плоская (рис. 21, а, б). Если торец вала выступает за пределы подшипника, то крышку выполняют по рис. 21, г.

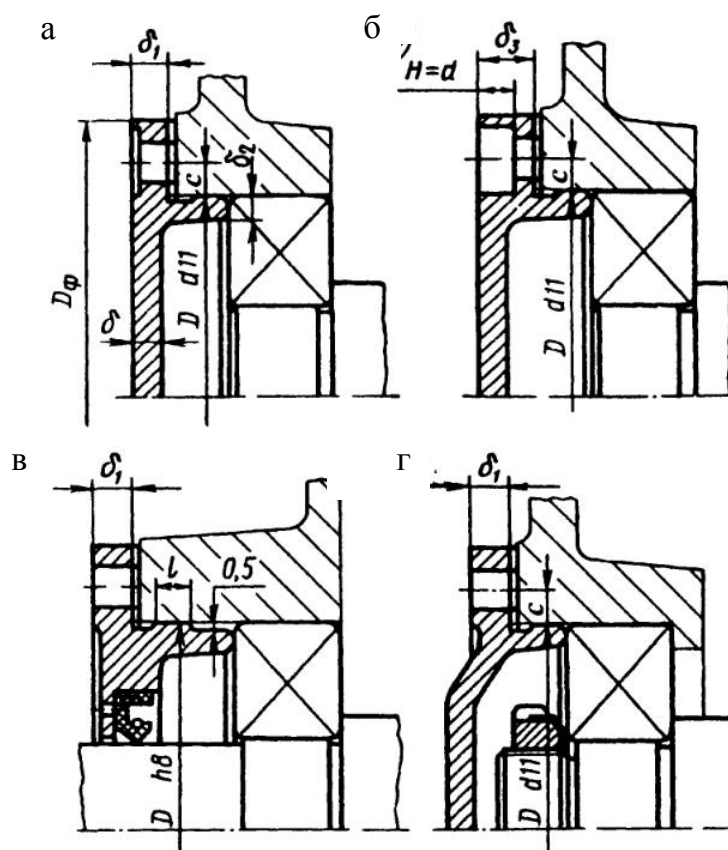


Рис. 21. Привертные крышки:
а, б, г – глухие; в – сквозная

Чтобы поверхности фланца крышки и торца сопрягались по плоскости, на цилиндрической центрирующей поверхности перед торцом фланца делают технологическую канавку шириной b . Размеры технологических канавок приведены в табл. 7 и рис. 22, причем в табл. 7 $d = D$. Положение крышки при сборке определяет ее фланец. Поэтому пояс l (см. рис. 21, в) с центрирующей цилиндрической поверхностью делают небольшим, чтобы он не мешал установке крышки по торцу корпуса: $l \approx \delta$. Поля допусков диаметра центрирующего пояса приведены на рис. 21. Если в крышку подшипника встроено манжетное уплотнение, как это показано на рис. 21, в, то допуск на центрирующий диаметр ужесточают с d_{11} на d_8 .

Таблица 7

Размеры канавок для выхода шлифовального круга

d	b	h	R	R_1
Свыше 10 до 50	3	0,25	1,0	0,5
Свыше 50 до 100	5	0,5	1,6	0,5
Свыше 100	8	0,5	2,0	1,0

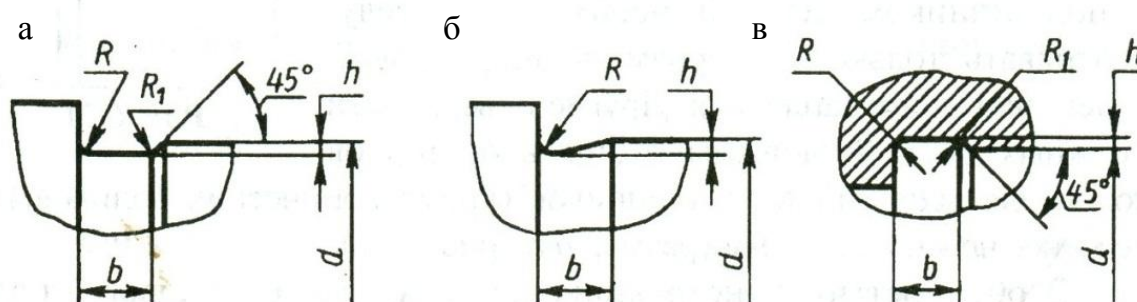


Рис. 22. Канавки для выхода шлифовального круга:

а – наружная; б – наружная с галтелью; в – внутренняя

Определяющим при конструировании крышки является диаметр D отверстия в корпусе под подшипник. В табл. 8 приведены рекомендации по выбору толщины δ стенки, диаметра d резьбы и числа z винтов крепления крышки к корпусу в зависимости от диаметра D .

В варианте рис. 21, б крышку крепят винтами с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ (см. табл. 3). Тогда толщина крышки $\delta_3 = H + 0,8\delta$, где H – высота головки винта.

Основные параметры крышек подшипников

D , мм	50...62	63...95	100...145	150...220
δ , мм	5	6	7	8
d	M6	M8	M10	M12
z	4	4	6	6

Во всех других вариантах, показанных на рис. 21, а, в, г, крепление крышки выполняется болтами.

Опорные поверхности крышки под головки крепежных болтов или гаек чаще всего необходимо обрабатывать. Обрабатывают непосредственно те места, на которые опираются головки винтов (рис. 23, а), или весь пояс A на торце крышки в зоне расположения головок винтов (рис. 23, б). С точки зрения точности и быстроты предпочтительнее токарная обработка (см. рис. 21, в, г), чем обработка опорных поверхностей на сверлильном станке. Размеры других конструктивных элементов крышки: $\delta_1 = 1,2\delta$; $D_\phi = D + (4-4,4) d$, где d – диаметр резьбы винта (см. табл. 6).

При установке в крышке подшипников манжетного уплотнения расточку отверстия выполняют так, чтобы можно было выпрессовать изношенную манжету (рис. 23, а). В некоторых конструкциях отверстие в крышке под манжетное уплотнение делают сквозным (рис. 23, б). Для точной установки манжеты в отверстие на крышке в данном случае необходимо обрабатывать торец A , с помощью которого крышку устанавливают на опорную поверхность при запрессовке манжеты. Поэтому исполнение по рис. 23, а предпочтительнее.

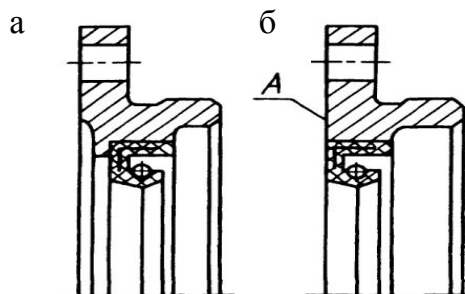


Рис. 23. Способы установки манжет:
а – установка в упор; б – установка в торец

При небольшом межосевом расстоянии фланцы двух соседних крышек подшипников могут перекрывать друг друга. В этом случае у обеих крышек фланцы срезают, оставляя между срезами зазор от 1 до 2 мм (рис. 24).

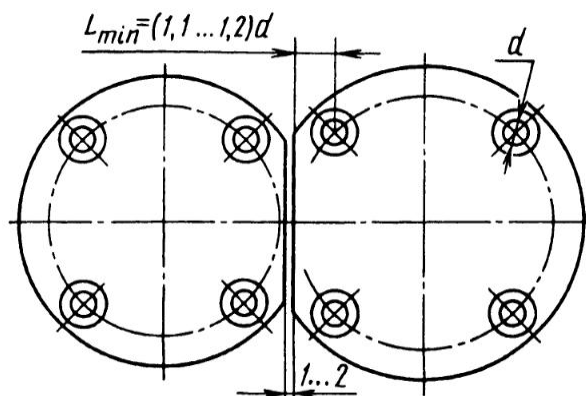


Рис. 24. Установка привертных крышек, перекрывающих друг друга

На рис. 25 показаны основные конструкции закладных крышек: глухих – рис. 25, а, б; с отверстием для выходного конца вала – рис. 25, в; с резьбовым отверстием под нажимной винт – рис. 25, г. Закладные крышки широко применяют в редукторах, имеющих плоскость разъема корпуса по осям валов. Эти крышки не требуют крепления к корпусу резьбовыми деталями: их удерживает кольцевой выступ, для которого в корпусе протачивают канавку. Чтобы обеспечить сопряжение торцов выступа крышки и канавки по плоскости, на наружной цилиндрической поверхности крышки перед торцом выступа выполняют технологическую канавку шириной b . Размеры канавки на диаметре D принимаются по табл. 7 ($D = d$).

Наружный диаметр крышки изготавливают с такими отклонениями, при которых в сопряжении с корпусом крышка образует очень малый зазор, препятствующий вытеканию масла из корпуса. Толщину δ стенки крышки принимают по табл. 6 в зависимости от диаметра D под подшипник. Размеры других элементов крышки (рис. 25, а): $\delta_1 = (0,9-1) \delta$; $s = (0,9-1) \delta$; $c = 0,5 s$; $l = b$.

Иногда торец крышки, контактирующий с подшипником, не совпадает с торцом выступа (рис. 25, б). Чтобы наружная цилиндрическая поверхность этого участка не нарушала точности центрирования крышки, ее диаметр уменьшают на 0,5–1 мм.

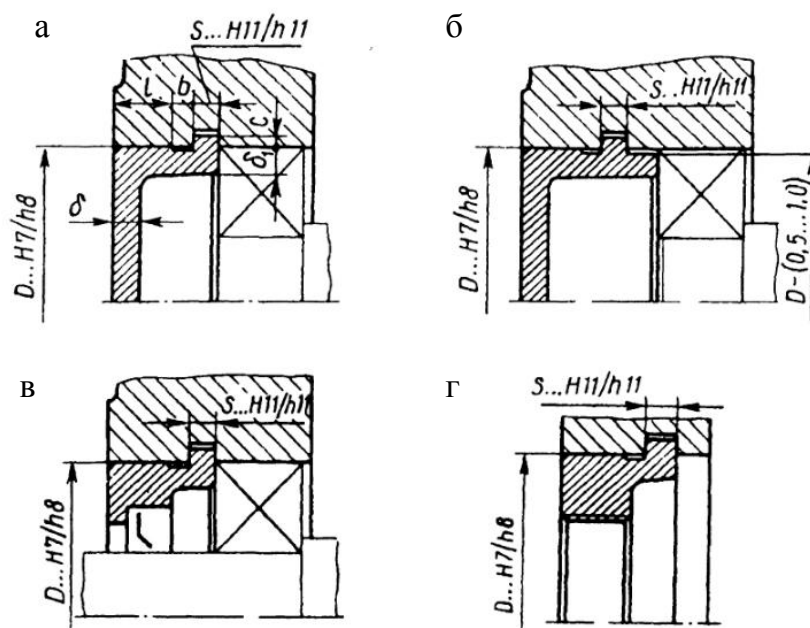


Рис. 25. Конструкция закладных крышек:

а, б – глухие; в – с отверстием для выходного конца вала;
г – с резьбовым отверстием под нажимной винт

Обычно крышки изготавливают из чугуна. Однако с целью повышения прочности резьбы закладную крышку с резьбовым отверстием под нажимной винт (см. рис. 25, г) изготавливают из стали.

11. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Надежная работа подшипников и подшипниковых узлов в целом в значительной степени зависит не только от правильного выбора подшипника, но и от конструкции принятого уплотнительного устройства. При создании уплотнительного устройства должны быть обеспечены следующие требования: исключение вытекания рабочей смазки из подшипникового узла; защита от проникновения из окружающей среды во внутренние полости узла подшипника пыли, влаги, паров и других веществ; обеспечение простоты установки и съема уплотнений.

Достижение указанных выше требований должно осуществляться с учетом экономической целесообразности, степени герметичности и срока службы уплотнения (следует выбирать простые, дешевые и надежные в заданных условиях уплотнения). Указанным

требованиям в полной мере отвечают манжетные уплотнения, которые широко применяют при смазывании подшипников жидким маслом при окружной скорости вала до 20 м/с.

Манжета (рис. 26, а) состоит из корпуса 1, изготовленного из бензомаслостойкой резины, каркаса 2, представляющего собой стальное кольцо Г-образного сечения, и браслетной пружины 3. Каркас придает манжете жесткость и обеспечивает ее плотную посадку в корпусную деталь без дополнительного крепления. Браслетная пружина стягивает уплотняющую часть манжеты. Манжеты, предназначенные для работы в засоренной среде, выполняют с дополнительной рабочей кромкой 4 (рис. 26, б), называемой «пыльником».

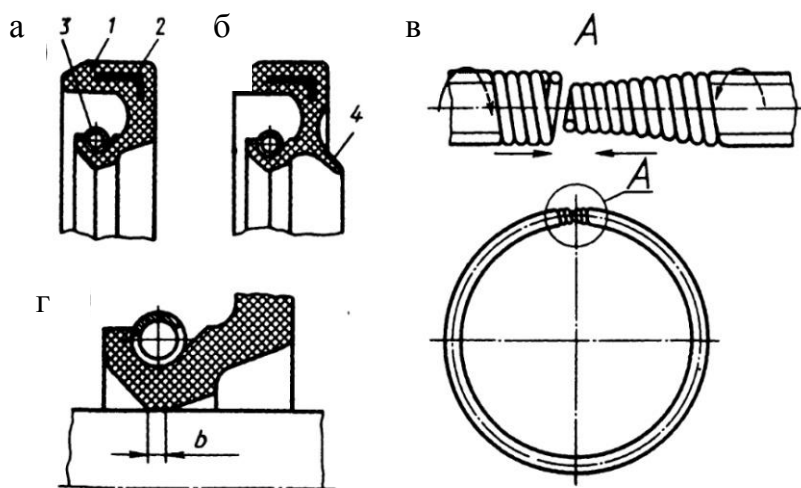


Рис. 26. Конструкция манжет:

- а – манжета с уплотняющим пояском; б – манжета с уплотняющим пояском и пыльником; в – замок браслетной пружины; г – установка браслетной пружины;
 1 – корпус манжеты; 2 – армирующее кольцо; 3 – браслетная пружина;
 4 – дополнительная рабочая кромка (пыльник)

Манжету обычно устанавливают открытой стороной внутрь корпуса (рис. 27, а). К рабочей кромке манжеты в этом случае обеспечен хороший доступ смазочного масла. 95 %-й ресурс для манжет – не менее 3000 ч.

При подаче шприцем пластичного смазочного материала давление внутри подшипниковой камеры может быть очень высоким. Чтобы не повредить манжету, ее устанавливают рабочей кромкой наружу (рис. 27, б). Тогда при повышении давления смазочный материал отогнет кромку манжеты и избыток его вытечет наружу.

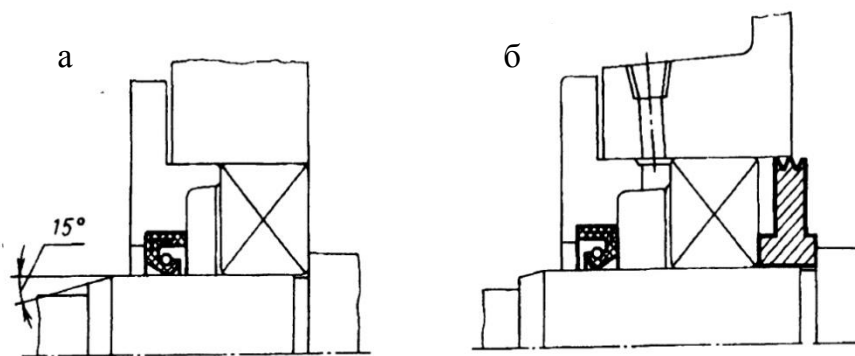


Рис. 27. Установка манжет:
а – уплотнение внутренней полости редуктора; б – установка манжеты для уплотнения консистентной смазкой

При высоком уровне масла ставят рядом две манжеты (рис. 28, а). При запыленной внешней среде также ставят две манжеты или одну с пыльником (рис. 28, б). Свободное пространство между манжетами, а также между рабочими кромками манжеты и пыльника заполняют при сборке пластичным смазочным материалом (ЦИАТИМ-221).

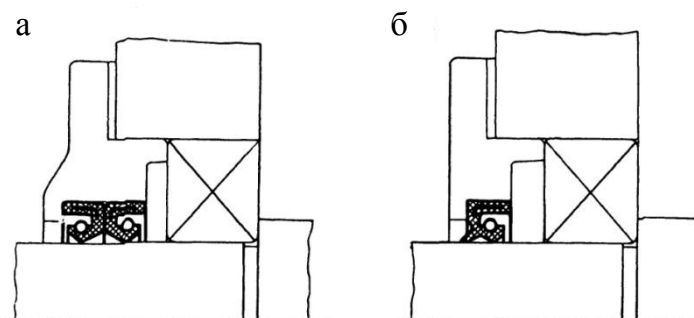


Рис. 28. Установка манжет:
а – зеркальная установка манжет; б – установка манжеты с пыльником

12. КОНТРОЛЬ УРОВНЯ МАСЛА

Для наблюдения за уровнем масла в корпусе устанавливают пробки, маслоуказатели крановые, маслоуказатели круглые и удлиненные из прозрачного материала, а также маслоуказатели жезловые (щупы) (рис. 29). Жезловые маслоуказатели получили наибольшее распространение, так как они удобны для осмотра; конструкция их проста и достаточно надежна. Кроме того, жезловые маслоуказатели

удобны для контроля уровня масла в редукторах, расположенных на любом уровне от пола (фундамента рамы).

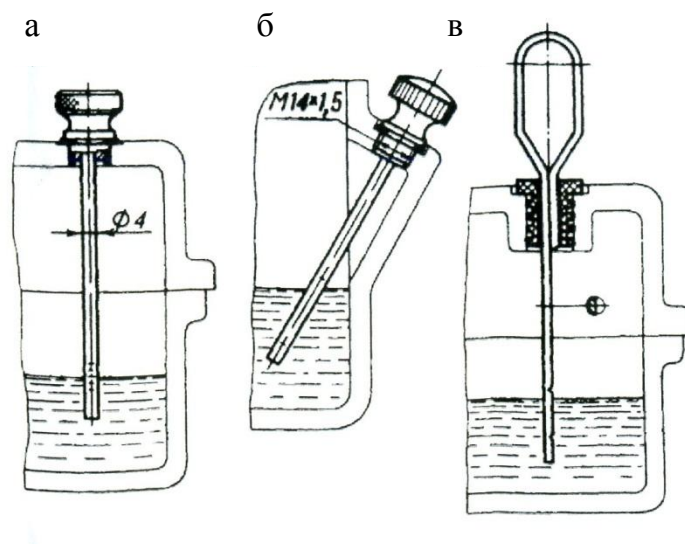


Рис. 29. Маслоуказатели:
а – пробочного типа; б – резьбового типа;
в – проволочный с уплотнением

Выполнение щупа по рис. 29, б вызывает некоторые технологические трудности при формовке корпуса и сверлении наклонного отверстия, поэтому конструкция щупа по вариантам рис. 29, а и рис. 29, в предпочтительна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Байков Б.А. и др. Атлас конструкций узлов и деталей машин: Учеб.пособие / Под ред. О.А. Ряховского и О.П. Леликова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 400 с.

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроительных спецучреждений среднего и профессионального образования. – М.: Машиностроение, 2008. – 536 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕДУКТОРАХ	1
2. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОРПУСА РЕДУКТОРА И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ	4
3. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО КОНТУРА КОРПУСА РЕДУКТОРА	13
4. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРИЛИВОВ ПОДШИПНИКОВЫХ ГНЕЗД.....	18
5. КРЕПЛЕНИЕ КРЫШКИ РЕДУКТОРА К ОСНОВАНИЮ КОРПУСА	20
6. ФИКСИРОВАНИЕ КРЫШКИ ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА.....	24
7. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ЧАСТИ КОРПУСА.....	25
8. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СЛИВНЫХ ОТВЕРСТИЙ, СМОТРОВЫХ ЛЮКОВ И ПРОУШИН.....	27
9. ОСЕВАЯ ФИКСАЦИЯ НАРУЖНЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ В КОРПУСАХ.....	30
10. КРЫШКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ.....	32
11. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	38
12. КОНТРОЛЬ УРОВНЯ МАСЛА.....	40
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	42

Карталис Николай Иванович
Пронин Владимир Александрович

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПОВЫХ
КОНСТРУКЦИЙ РЕДУКТОРОВ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Редактор
Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Подписано в печать 31.03.2014. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,79. Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,69
Тираж 100 экз. Заказ № С 11

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9