

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гусеничные машины»

Отделение «Машиноведение и детали машин»

КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ РЕДУКТОРОВ

Методические указания

к выполнению лабораторной работы по курсу «Детали машин»

для студентов направлений (специальностей)

151000 (151001), 151000 (151002), 150200 (150202),

190200 (190201), 190200 (190202), 190600 (190601),

190600 (190603), 200500 (200503), 260600 (260601)

Курган 2010

ВВЕДЕНИЕ

Корпус редуктора определяет взаимное расположение деталей передач, воспринимает возникающие силы, служит для защиты деталей от загрязнения и обеспечения смазывания. Основные требования к конструкции корпуса - прочность и жесткость, так как корпусные детали в значительной степени определяют работоспособность машин по критериям виброустойчивости, точности работы под нагрузкой. В стационарных машинах они составляют до 70...85 % массы машин. Поэтому мероприятия по экономии материалов наиболее эффективны в части корпусных деталей.

Корпус редуктора обычно изготавливается в виде разъемной конструкции, состоящей из основания (его иногда называют картером) и крышки. Плоскость разъема проходит, как правило, через оси валов. В вертикальных цилиндрических редукторах разъемы делают по двум и даже по трем плоскостям. При конструировании легких зубчатых, червячных и планетарных редукторов иногда применяют неразъемные корпуса со съемными крышками.

1. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Корпусные детали могут быть выполнены как литыми, так и сварными. Наиболее распространенным материалом для литых корпусных деталей является чугун (например, СЧ15). Может также применяться сталь (например, 25Л), при необходимости уменьшить массу - легкие сплавы (например, силумин). При изготовлении корпусов методом сварки используют листовую сталь Ст2, Ст3. Толщина стенок сварных редукторов на 20...30% меньше, чем чугунных. После сварки корпус и крышку отжигают и иногда правят (рихтуют). Затем производят механическую обработку плоскостей и отверстий деталей.

При выборе способа изготовления руководствуются следующими рекомендациями. Сильно нагруженные корпусные детали специальных машин, подлежащих выпуску в единичных экземплярах, следует изготавливать сварными, а детали, несущие умеренную нагрузку и подлежащие выпуску в значительных количествах, литыми.

Конструирование отдельных элементов сварного корпуса подчиняется тем же общим правилам, которых придерживаются при конструировании литых корпусов.

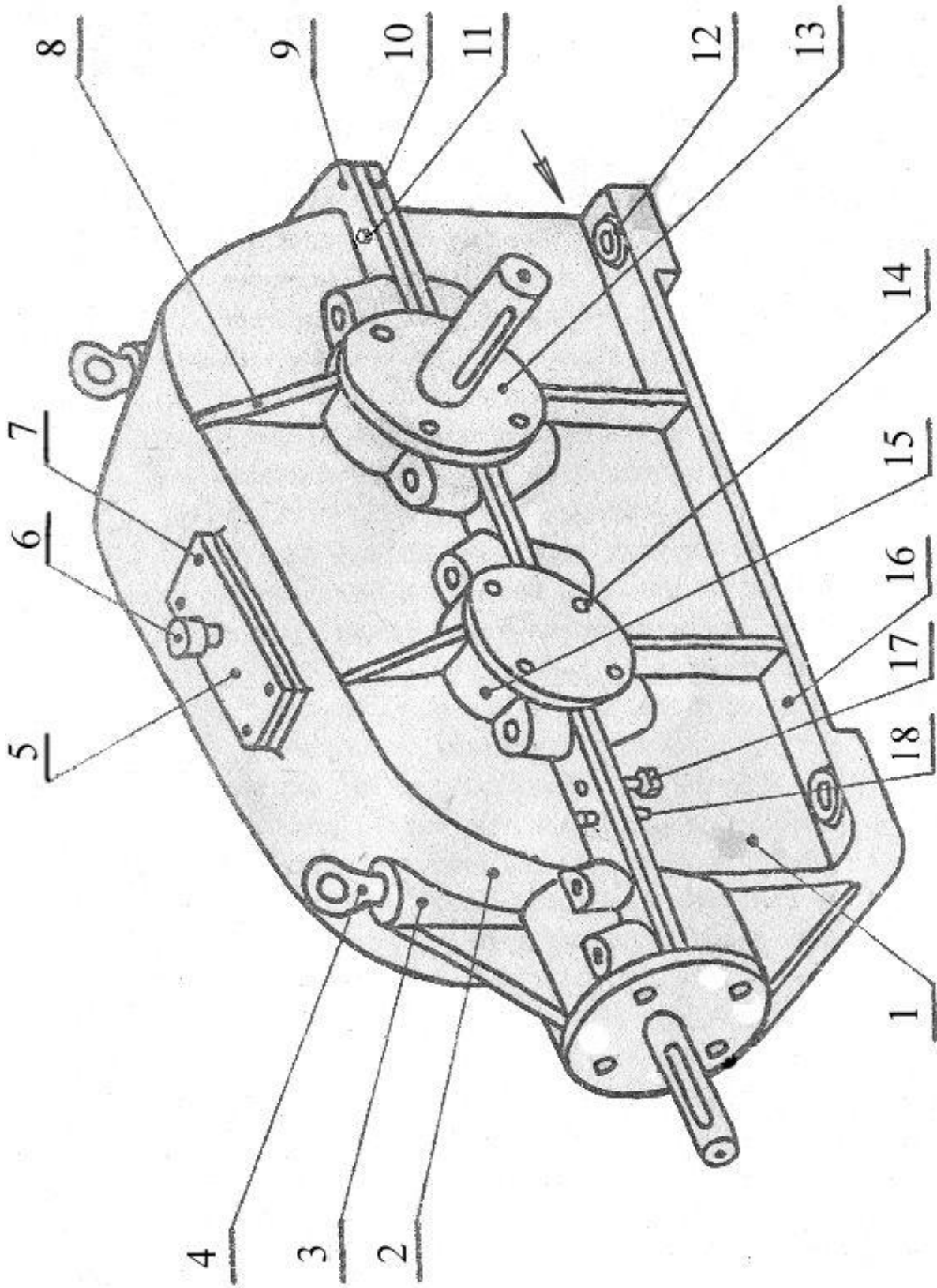


Рис.1. Вид коническо-цилиндрического редуктора

2. ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ

Объектом изучения в предлагаемой лабораторной работе является корпус коническо-цилиндрического редуктора (рис.1). Ниже приводятся названия всех деталей и элементов, относящихся к корпусу, согласно позициям, показанным на рис.1:

1. Основание корпуса редуктора.
2. Крышка корпуса.
3. Прилив в крышке для ввертывания грузового винта.
4. Грузовой винт (рым-болт).
5. Крышка смотрового окна.
6. Отдушина (сапун).
7. Винт для крепления крыши смотрового окна.
8. Ребро жесткости.
9. Фланец крышки корпуса.
10. Верхний фланец основания корпуса.
11. Болт для крепления крышки и основания корпуса.
12. Отверстие для фундаментного болта.
13. Крышка подшипникового узла.
14. Винт для крепления крышки подшипникового узла с корпусом.
15. Бобышка подшипникового узла.
16. Лапы корпуса (нижний фланец основания корпуса).
17. Отжимной винт.
18. Штифт.

Маслоспускную пробку располагают ниже уровня днища. Согласно рис.1 она расположена на невидимой торцевой стороне редуктора. Ее ориентировочное местоположение показано стрелкой. Несколько выше пробки должно располагаться масломерное устройство (щуп, стеклянная трубка, окно и т.д.). Его на модели редуктора не установили.

Для обеспечения наименьшей компактности редукторов, их минимального веса и достаточной прочности и жесткости при проектировании их корпусов выработан ряд рекомендаций и указаний. Ниже эти рекомендации приводятся.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ЛИТЫХ КОРПУСОВ РЕДУКТОРОВ

Габаритные размеры корпуса определяются размерами расположенных в нем зубчатых колес, а также кинематической схемой редуктора. Поэтому при проектировании корпуса контур его образуется простым обводом размещенных в нем деталей (главным образом зубчатых колес).

При выборе величины зазора Δ между внутренней стенкой крышки корпуса редуктора и зубчатыми колесами должны быть учтены: допуск на неточность положения литой стенки, волнистость ее, шероховатость, а также суммарная толщина слоев масла, покрывающего стенку крышки и вращающуюся деталь (рис.2).

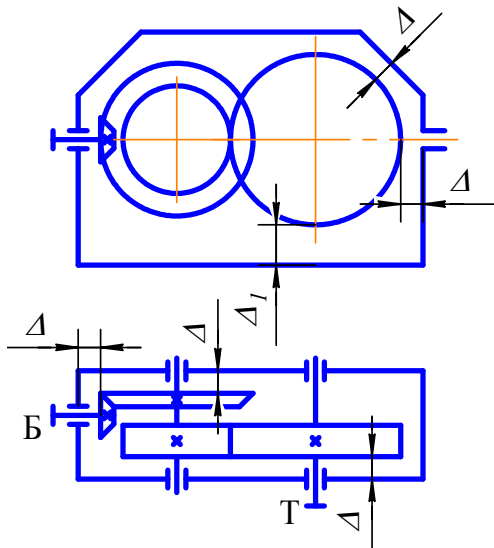


Рис.2

Зазор между зубчатыми колесами и внутренней поверхностью дна основания корпуса Δ_1 обычно выполняют больше зазора Δ . При этом руководствуются следующим: вращающиеся детали не должны увлекать отстой грязи в масляной ванне. Величина зазора Δ_1 , в основном в сторону увеличения, зависит от объема масляной ванны, которая в свою очередь зависит от передаваемой мощности, а именно: объем масляной ванны принимается из расчета 0,5...0,8 л масла на 1 кВт передаваемой мощности. Также на величину зазора Δ_1 оказывает влияние обеспечение возможной соосности входного вала редуктора и вала электродвигателя.

Форму корпуса лучше создавать из плоских и цилиндрических поверхностей, т.к. они предпочтительны в изготовлении моделей.

Толщина стенок корпуса редукторов δ (см.рис.3) зависит от габаритов отливки и сложности ее конфигурации. При уменьшении толщины стенок, с одной стороны, уменьшаются расход металла и вес отливки, повышаются механические свойства чугуна в связи с увеличением скорости охлаждения, а с другой стороны, ухудшаются условия заполнения формы жидким металлом. Толщину стенок крышки корпуса δ_1 (см.рис.3) рекомендуется назначать меньше толщины стенки основания. Это объясняется тем, что крышка несет меньшую нагрузку, ее размеры меньше, а конструкция проще. Во многих случаях толщина стенок деталей корпусов определяется условиями технологии их производства.

Плоскость разъема проходит, как правило, через оси валов, поэтому у многоступенчатых зубчатых редукторов оси валов располагают в одной плоскости. Для удобства обработки плоскость разъема чаще всего располагают параллельно плоскости основания, что упрощает обработку поверхности соединения. Иногда в редукторах выполняют наклонный разъем. Причиной этого является большая разница диаметров колес различных ступеней. При наклонном разъеме улучшаются условия смазки, поскольку все зубчатые колеса всех ступеней имеют одинаковое погружение в масляную ванну,

несколько снижаются вес корпуса и его габариты, но при этом усложняется обработка плоскостей разъема.

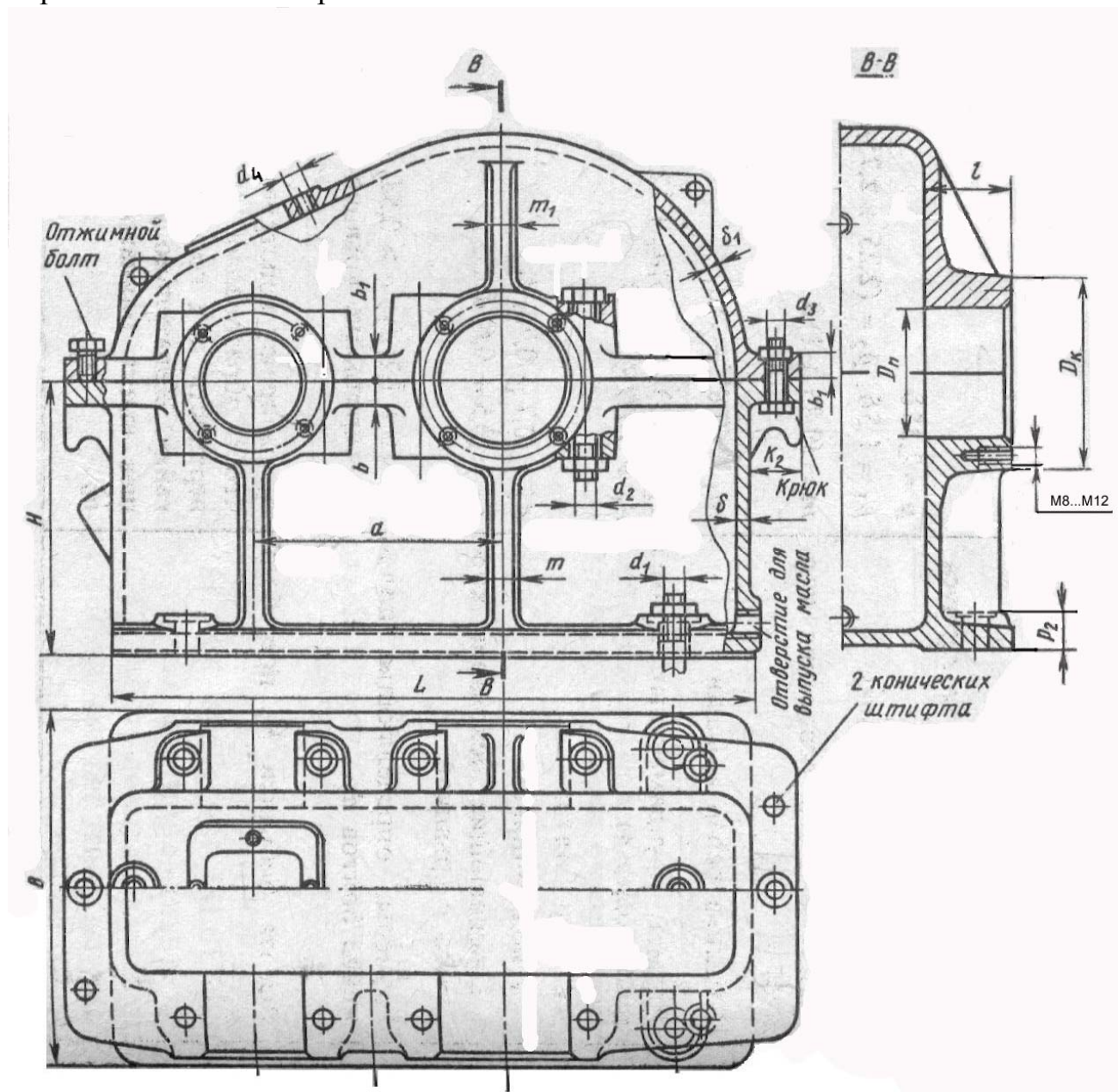


Рис.3. Конструктивные элементы корпуса из чугуна

Для образования соединения плоскость разъема оформляют фланцами и бобышками. Толщина b и b_1 фланцев (см.рис.3) выбирается по условию жесткости, которая должна обеспечить плотность стыка. Ширина фланцев K_2 должна быть достаточной для размещения болтов. В плоскости стыка не допускаются постановки мягких уплотняющих прокладок. Деформация этих прокладок при затяжке болтов не позволяет обеспечить точность размеров отверстий для размещения подшипников. Для обеспечения герметичности стыка плоскости фланцев крышки и основания покрываются специальным герметиком, спиртовым лаком или жидким стеклом.

Количество и диаметры болтов крепления крышки и основания корпуса (рис.1, поз.11) выбирают по условию распределения напряжений смятия по всей поверхности стыка, располагают их равномерно по его периметру. Наиболее ответственными являются болты в районе бобышек, т.е. в непосредственной близости к подшипникам. Все болты в корпусе редуктора должны быть завернуты при выполнении расточки отверстий под подшипники.

Крышку фиксируют относительно корпуса *двумя координирующими штифтами* (рис.1, поз.18). Штифты предотвращают взаимное смещение корпусных деталей при растачивании отверстий под подшипники, обеспечивают точное расположение их при повторных сборках. Они должны быть расположены на возможно большем расстоянии друг от друга. Обычно применяют конические штифты.

Снятие крышки в процессе ремонта является весьма затруднительным. Для того, чтобы обеспечить их разъединение, рекомендуют применять *отжимные винты* (рис.1, поз.17). Также как и штифты, отжимные винты ставят в двух противоположных местах. Резьбовые отверстия желательно выполнять в нижнем, а не в верхнем фланце. В таком варианте оно меньше загрязняется.

Рядом с отверстиями для подшипников (на фланцах) располагаются *бобышки* (рис.1, поз.15). Последние должны быть достаточно жесткими, что благоприятно влияет на работоспособность подшипников. Высота бобышек должна быть достаточной для размещения всех деталей подшипникового узла, для установки болтов, стягивающих бобышку.

Опорная плоскость корпуса редуктора служит для установки и крепления его на раме, станине, фундаменте и пр. Рациональными являются не сплошные, а ленточные формы поверхности. Ее оформляют в виде замкнутого прямоугольного или круглого ленточного стыка или в виде прерывистого стыка. Такие формы плоскости лучше обеспечивают сопротивление изгибу, наибольшую жесткость корпуса и лучшую технологичность.

Составной частью опорного фланца корпуса являются *опорные лапы* редуктора (см.рис.3). Следует отметить, что лапы являются одним из слабых мест корпуса. Наблюдаются случаи, когда они отламываются от случайных ударов при транспортировке, при креплении на недостаточно ровном основании и пр. Поэтому их выполняют сравнительно толстыми и в большинстве случаев связывают с корпусом ребрами. Последние одновременно увеличивают жесткость корпуса. При выборе ширины лап необходимо избегать образования слабой шейки в месте сопряжения с корпусом.

Отверстия для *маслоспуска и маслоуказателя* следует располагать там, где к ним обеспечен удобный доступ. Отверстия желательно размещать рядом, на одной стенке. Нижняя кромка маслоспускного отверстия должна быть на

уровне днища или несколько ниже его. Дно желательно делать с уклоном не менее 1-2° в сторону отверстия. У самого отверстия в отливке выполняют местное углубление, которое способствует стоку масла и отстоявшейся грязи и, кроме того, обеспечивает свободный выход инструмента при сверлении и нарезании отверстия. В конструкциях, где возможен доступ к днищу редуктора, отверстие целесообразно располагать в самом днище. Маслоспускное отверстие закрывают специальной пробкой. Последняя может быть с цилиндрической или конической резьбой. Под цилиндрическую пробку ставят уплотняющую прокладку из кожи, маслостойкой резины, алюминия или меди. Не требует дополнительных уплотнений коническая резьба. Следует отметить, что отверстия для маслоуказателя и для маслоспуска оформляются бобышками.

Грузовые винты и проушины служат для захвата редуктора (весом свыше 25 кг) при подъемах и транспортировках. Как правило, грузовые винты выбираются в зависимости от весовой характеристики редуктора или другого агрегата согласно ГОСТ. Однако в последнее время грузовые винты заменяют проушинами или захватами. Диаметр отверстий d и толщину проушин s рекомендуют применять равными:

$$d=(3\dots4)\delta; \quad s=(2\dots3)\delta.$$

Для устранения резких перегибов чалочных канатов края отверстий и проушин скругляют.

Смотровые окна служат для контроля сборки и осмотра редуктора при эксплуатации. Их располагают в удобных для осмотра зацепления местах. В большинстве случаев таким местом является верхняя поверхность крышки корпуса редуктора. Это позволяет использовать окна также и для заливки масла. Размеры окна должны обеспечивать хороший обзор зацепления. Желательно, чтобы через окно можно было просунуть руку, опустить переносную лампу и т.п. Иногда в многоступенчатых редукторах одно окно не позволяет осматривать зацепление всех ступеней, тогда выполняют два окна или более. Отверстие смотрового окна может быть прямоугольным, круглым или эллиптическим. Края отверстия оформляют платиками, к которым прижимается крышка. Ориентировочные размеры окон можно найти в справочной литературе. Наиболее распространенные окна имеют размеры: 75×100 мм; 100×150 мм; 150×200 мм.

Крышки смотрового окна могут быть или чугунными литыми, или штампованными из стального листа. Болты, крепящие крышки к корпусу, принимаются М8×22, М8×22, М10×22 (соответственно приведенным выше окнам).

В редукторах с большим выделением тепла (особенно в червячных редукторах) предусматриваются *отдушины (сапуны)*, соединяющие внутреннюю полость редуктора с атмосферой. Постановка отдушины

повышает надежность уплотнений (при отсутствии отдушины даже незначительное повышение давления внутри корпуса редуктора может привести к выдавливанию смазки через все уплотнения: уплотнение валов, крышек подшипниковых узлов, крышки смотрового окна). Простой отдушиной может быть ручка крышки смотрового окна, в которой просверлены отверстия или пробка с отверстиями. Наиболее совершенной является отдушина с сетчатым фильтром. Размеры ее можно найти в справочной литературе.

Отверстия для подшипников закрывают *крышками*. В различных конструкциях редукторов встречаются так называемые прижимные или привертные крышки (прижимаются к корпусу с помощью винтов) и врезные или закладные (рис.4). И те и другие могут быть или сквозными, или глухими. Через отверстия сквозных крышек выходят за пределы редуктора входной и выходной валы. Глухие крышки отверстий не имеют, поэтому их используют для подшипниковых узлов промежуточных валов. Для обеспечения герметичности отверстия в крышках в них помещают уплотнения. В зависимости от скорости вращения вала уплотнения могут иметь различные конструкции. Наиболее широкое распространение получили манжетные уплотнения, щелевые, лабиринтные и др. (рис.5). Что касается манжетных уплотнений, то они применяются при скоростях вращения вала до 15 м/с. Щелевые и лабиринтные успешно работают при любых скоростях, но при условии, что температура каплепадения смазочного материала, заполняющего зазоры, выше температуры подшипникового узла.

На основании вышеизложенных рекомендаций и указаний, а также учитывая богатый опыт заводов-изготовителей различных редукторов, выработаны определенные зависимости для расчета размеров большинства элементов редуктора. Главным параметром редуктора, в зависимости от которого принимаются толщины стенок корпусных деталей, являются или межосевое расстояние, или крутящий момент на выходном валу. В предлагаемых методических указаниях в качестве главного параметра принято межосевое расстояние (см. табл. 1).

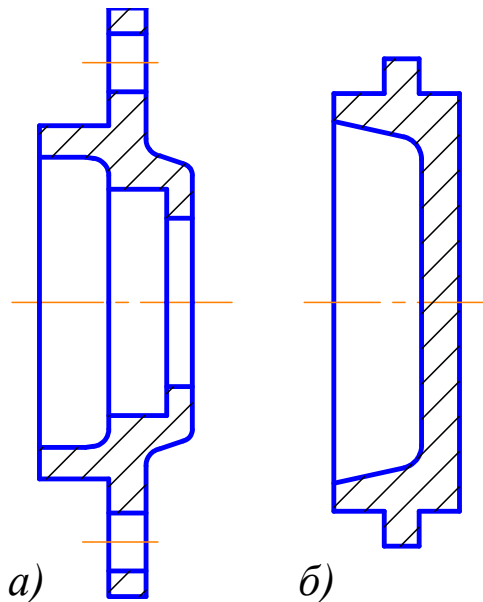


Рис.4. Крышки подшипниковых узлов:
а) прижимная крышка; б) врезная крышка

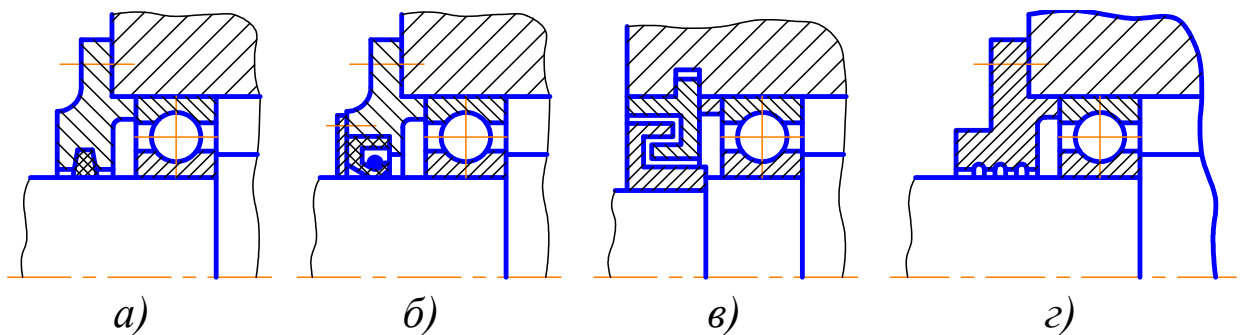


Рис.5. Виды уплотнений:
а) войлочное (фетровое); б) манжетное в) лабиринтное; г) щелевое

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОРПУСАМ РЕДУКТОРОВ

1. Обязательный отжиг после черновой обработки важнейших поверхностей (разъем, основание, торцы под крышки, расточки под подшипники).
2. Обязательная окраска необработанных поверхностей с внутренней стороны маслостойкой краской, с наружной стороны нитроэмалью.
3. Допуск плоскостности разъема $T_1 = 0,05 \cdot l \geq 0,05$ мм, где l - длина корпуса, мм.
4. Шероховатость поверхности разъема не ниже Rz20.
5. Постановка прокладок в разъем не допускается.
6. Допуск соосности отверстий под подшипники и плоскости разъема не более $0,002 \cdot D$, где D - диаметр расточки под подшипник.
7. Допуск обработки отверстий под подшипники H7.
8. Допуск цилиндричности этих отверстий в пределах $0,3 \cdot T_2$, где T_2 - допуск на диаметр.

9. Шероховатость этих отверстий - не ниже Ra1,25.
10. Обязательное дренажирование подшипниковых гнезд.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Заготовить для отчета двойной лист бумаги и оформить титульную страницу.
2. Начертить на внутренней стороне листа таблицу для внесения результатов расчета и замера размеров элементов корпуса. Таблица должна быть начерчена вдоль длинной стороны двойного листа (подобно табл.1).
3. Записать все подлежащие расчету элементы корпуса (в первый столбец таблицы) и зависимости (во второй столбец), по которым будут определяться их размеры.
4. По предлагаемому макету редуктора и его рисунку в методических указаниях изучить и запомнить название всех деталей и элементов корпуса.

Таблица 1

Параметры основных элементов корпуса, мм (согласно показанному на рис.3)

№ п/п	Наименование элементов и деталей корпуса	Расчетная зависимость	Результат расчета	Результат замера	Соответствие результатов
1	Толщина стенки корпуса двухступенчатого редуктора	$\delta = 0,025 \cdot a_{Г+3}$, где $a_{Г}$ – межосевое расстояние тихоходной ступени			
2	Толщина стенки крышки корпуса	$\delta_1 = 0,02 \cdot a_{Г+3}$			
3	Толщина верхнего пояса (фланца) корпуса	$b = 1,5 \cdot \delta$			
4	Толщина нижнего пояса (фланца) крышки корпуса	$b_1 = 1,5 \cdot \delta_1$			
5	Толщина нижнего пояса корпуса (лап)	$P_2 = 2,35 \cdot \delta$			
6	Толщина ребер основания корпуса	$m = (0,85 \dots 1,0) \delta$			
7	Толщина ребер крышки	$m_1 = (0,85 \dots 1,0) \delta_1$			
8	Диаметр фундаментных болтов	$d_1 = (0,030 \dots 0,036) a_{Г+12}$			
9	Диаметр болтов: - у подшипников; - соединяющих основание корпуса с крышкой; - крепящих крышки смотрового окна	$d_2 = (0,70 \dots 0,75) d_1$ $d_3 = (0,5 \dots 0,6) d_1$ $d_4 = \delta_1$			
10	Болты, крепящие крышки подшипниковых узлов	M8, M12 (их число 4...6)			

Продолжение табл.1

11	Диаметр гнезда подшипникового узла	$D_k = D_2 + (2 \dots 5)$, где D_2 – диаметр фланца крышки подшипника			
12	Длина гнезда	$l = \delta + B + h + 10$, где B – ширина подшипника; h – высота кольцевого выступа на крышке подшипникового узла			
13	Размер штифта: - диаметр; - длина	$d_{ш} = 0,5 \cdot d_3$ $l_{ш} = b + b_1 + 5$			
14	Наименьший зазор между наружной поверхностью колеса и стенкой корпуса: - по диаметру; - по торцам	$\Delta = (1,0 \dots 1,2) \delta$ (рис.2) $\Delta' = 0,8 \cdot \delta$ (рис.2)			
15	Ширина верхнего фланца корпуса и нижнего фланца крышки	$K_2 = 2,25 \cdot d_2$			
16	Ширина нижнего фланца корпуса (лап)	$K_1 = 2,25 \cdot d_1$			
17	Число фундаментных болтов	$Z_{Ф} = 4$ при $a_{Г} \leq 250$ мм; $Z_{Ф} = 6$ при $a_{Г} > 250$ мм.			
18	Расстояние между стяжными винтами	$L_{СТ} \approx 10 \cdot d_3$			
19	Толщина приливов (платиков) на корпусе под крышку смотрового окна для маслянистой пробки, под головки болтов и пр.	$\delta_{пр} = 0,5 \cdot \delta(\delta_1)$, здесь принимается δ , если пластик расположен на основании корпуса, δ_1 – на крышке корпуса			

5. Если позволяет количественный состав звена, то часть студентов могут заниматься расчетом размеров элементов корпуса, а часть - их замером на модели редуктора (результаты записывать в черновую таблицу).
6. Замерить межосевое расстояние тихоходной цилиндрической зубчатой передачи. С этой целью отвернуть крышки подшипниковых узлов тихоходного и промежуточного валов на боковой стороне редуктора, где отсутствует выходной конец тихоходного вала и линейкой замерить расстояние между осями валов.
7. Сообщить результат замера «расчетчикам» и замерить размеры всех остальных элементов в последовательности, предложенной в таблице.
8. После окончания расчетов размеров элементов и их обмера заполнить все результаты в совместную таблицу и в последнем столбце дать заключение: соответствует ли размер элемента, полученный путем замера, результату, полученному расчетным путем. Можно записать результат одним словом, например, «соответствует» или «не соответствует».
9. Поставить крышки подшипниковых узлов на их место и привернуть винтами.
10. Изучить рекомендации и указания при конструировании корпусов и ответить на контрольные вопросы.
11. Сделать устный отчет о проделанной работе (защитить работу).

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем руководствуются при назначении толщины стенки корпусных деталей?
2. Почему стенка крышки корпуса тоньше стенки его основания?
3. В зависимости от чего выбираются толщина и ширина фланцев корпуса?
4. Почему в плоскость стыка нельзя помещать уплотняющую прокладку?
5. Зачем в корпусе редуктора устанавливают штифты?
6. Объясните назначение отжимных винтов и каковы правила их установки?
7. Покажите на корпусных деталях бобышки?
8. Какие формы опорной поверхности могут быть?
9. Покажите лапы на основании корпуса.
10. Как сливается отработанное масло?
11. Какую резьбу наносят на пробках для маслоспускных отверстий? Нужны ли уплотнения этих пробок?
12. Какие устройства имеются в редукторах для его подъема?
13. Для чего предназначены смотровые окна?
14. Какие крышки применяются в подшипниковых узлах?
15. Что такое сквозная и глухая крышка?
16. В каких случаях изготавливают сварные корпуса?
17. В зависимости от какого параметра редуктора рассчитываются толщины стенок корпуса?

Сергей Витальевич Черепанов

КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ РЕДУКТОРОВ

Методические указания

к выполнению лабораторной работы по курсу «Детали машин»

для студентов направлений (специальностей)

151000 (151001), 151000 (151002), 150200 (150202),

190200 (190201), 190200 (190202), 190600 (190601),

190600 (190603), 200500 (200503), 260600 (260601)

Редактор Н.Л.Попова

Подписано к печати	Формат 60×84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ	Тираж 200	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета.

640669, г.Курган, ул.Гоголя, 25.

Курганский государственный университет.