МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гусеничные машины»

Отделение «Машиноведение и детали машин»

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

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

Кафедра: «Гусеничные машины»

Дисциплина: «Детали машин»

Направления (специальности):

151000 (151001) – Технология машиностроения;
151000 (151002) – Металлообрабатывающие станки и комплексы;
150200 (150202) – Оборудование и технология сварочного производства;
190200 (190201) – Автомобиле- и тракторостроение;
190200 (190202) – Многоцелевые гусеничные и колесные машины;
190600 (190601) – Автомобили и автомобильное хозяйство;
190600 (190603) – Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт), специализация «Автосервис и фирменное обслуживание»;
200500 (200503) – Стандартизация и сертификация (в машиностроении);
260600 (260601) – Машины и аппараты пищевых производств.

Составил: канд.техн.наук, доцент С.В.Черепанов

Утверждены на заседании кафедры « 9 » декабря 2009 г.

Рекомендованы методическим советом университета
« 11 » января 2010 г.

ВВЕДЕНИЕ

Редуктором называется механизм, понижающий скорость в приводах от двигателя к рабочей машине и состоящий из зубчатых или червячных передач, установленных в отдельном корпусе.

Редукторы широко применяются в различных отраслях машиностроения и поэтому они весьма разнообразны по своим кинематическим схемам и конструктивному исполнению. Редукторы бывают с цилиндрическими и коническими зубчатыми колесами, а также с червячными парами. Вид и конструкция редуктора определяется типом, расположением и количеством отдельных передач (ступеней). В настоящей лабораторной работе студентам предлагается изучить конструкцию и познакомиться с основными параметрами цилиндрических редукторов. Некоторые наиболее распространенные схемы цилиндрических редукторов приведены на рис.1.

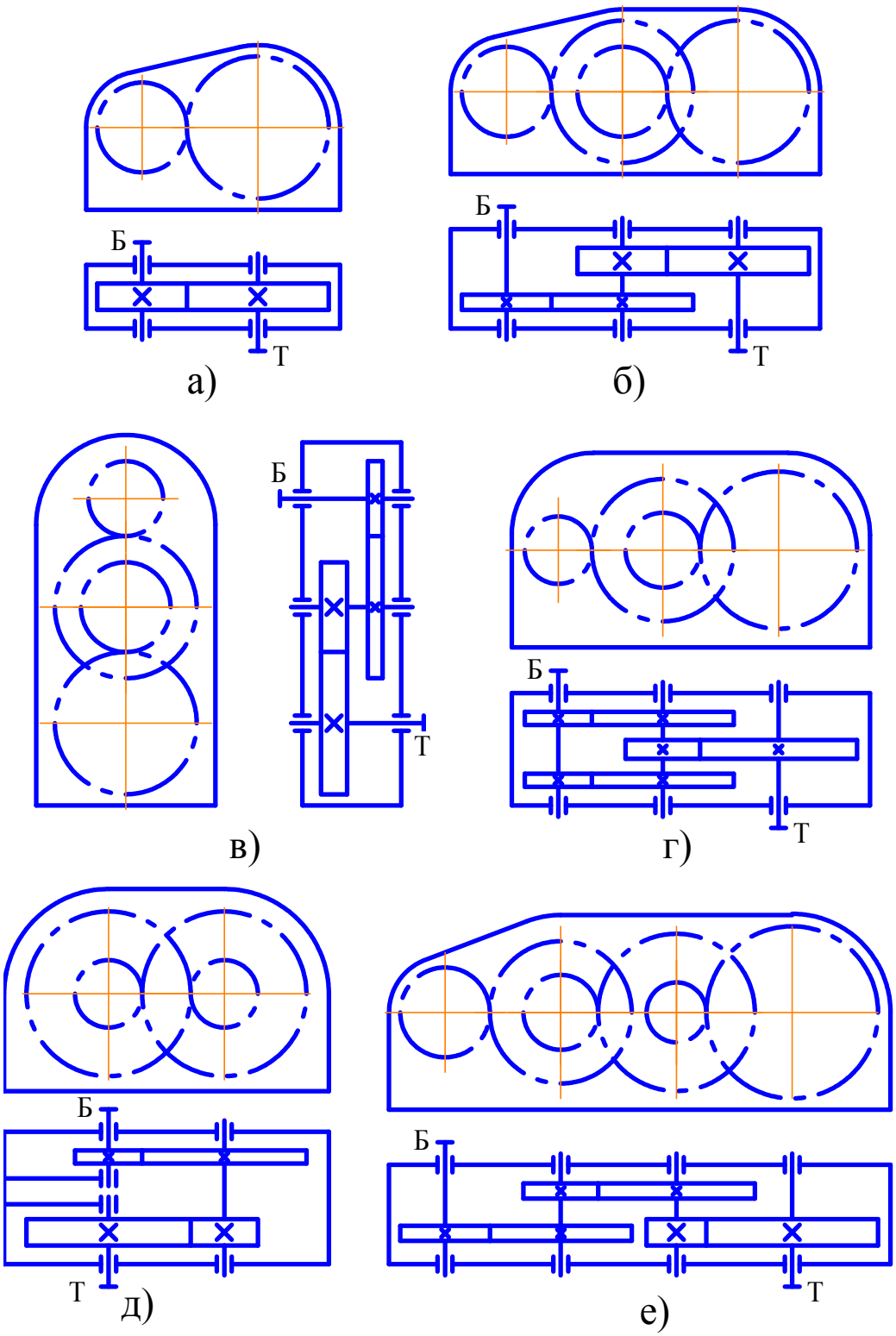
На кинематических схемах буквой Б обозначен входной (быстроходный) вал редуктора, а буквой Т – выходной (тихоходный).

Цилиндрические зубчатые редукторы являются наиболее распространенными в машиностроении благодаря их высокой долговечности, простоте изготовления и обслуживания, способности передавать широкий диапазон мощностей. Одноступенчатые редукторы (рис.1а) рекомендуется применяют при передаточных числах не более 6,3 (предпочтительно до 5) во избежание увеличения габаритов. Наибольшее распространение имеют двухступенчатые редукторы (рис.1б-д), передаточные числа которых находятся в пределах 6,3…40. При передаточных числах 25…250 применяют трехступенчатые редукторы (рис.1е).

Из двухступенчатых редукторов наибольшее распространение имеют редукторы по развернутой схеме (рис.1б, в). Эти редукторы наиболее просты, имеют наименьшую ширину. Недостатком этих редукторов является повышенная концентрация нагрузки по длине зуба вследствие несимметричного расположения колес на валах. Для улучшения условий работы зубчатых колес применяют редукторы с раздвоенной быстроходной ступенью (рис.1г).

Для обеспечения равномерного распределения передаваемой мощности между параллельными парами быстроходной передачи обе половины раздвоенной шестерни выполняются косозубыми с противоположными углами наклона зубьев. Шестерни тихоходной ступени прямозубые. Раздвоение быстроходной, а не тихоходной ступени целесообразно, так как динамические усилия возрастают с увеличением окружной скорости. А в косозубых передачах динамические усилия значительно меньше, чем в прямозубых.

Соосные редукторы (рис.1д) применяют для уменьшения длины корпуса редуктора.



а) одноступенчатый горизонтальный;
б) двухступенчатый горизонтальный;
в) двухступенчатый вертикальный;
г) двухступенчатый горизонтальный с раздвоенной быстроходной ступенью;
д) двухступенчатый горизонтальный соосный;
е) трехступенчатый горизонтальный

Рис.1. Схемы цилиндрических редукторов

1. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

В цилиндрической зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары цилиндрических зубчатых колес. Меньшее зубчатое колесо принято называть шестерней, большее – колесом. Параметрам шестерни приписывают индекс 1, параметрам колеса – индекс 2.

Основными параметрами цилиндрической зубчатой передачи являются межосевое расстояние a_W и передаточное число U.

Геометрия венца цилиндрического зубчатого колеса с внешними зубьями определяется числом зубьев Z, нормальным модулем m, коэффициентом смещения X, углом наклона зубьев β и параметрами исходного контура.

Модуль зубчатого колеса – это базовый размер в π раз меньший шага зацепления. Значения модуля m стандартизованы и регламентированы ГОСТ 9563-80 (табл.1).

Таблица 1

Ряды	Модули, мм									
I	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
II	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7,0	9,0

Примечание: Значения ряда I являются предпочтительными.

В соответствии с ГОСТ 13755-81 параметры исходного контура для цилиндрических зубчатых колес с расчетным модулем m>1 мм таковы:

- угол профиля α=20°;
- коэффициент высоты головки зуба $h_a^* = h_a / m = 1{,}0$;
- коэффициент радиального зазора $c^* = c / m = 0{,}25$.

Здесь h_a - высота головки зуба, мм; c - радиальный зазор, мм.

Основные размеры цилиндрических передач внешнего зацепления при стандартном исходном контуре и нулевых смещениях режущего инструмента (X_1=X_2=0):

- межосевое расстояние $$a_W = \frac{m \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot \cos\beta}; \quad (1)$$
- передаточное число $$U = Z_2 / Z_1; \quad (2)$$
- диаметры делительных окружностей
$$d_1 = \frac{m \cdot Z_1}{\cos\beta}; \quad d_2 = \frac{m \cdot Z_2}{\cos\beta}; \quad (3)$$
- диаметры окружностей вершин
$$d_{a1} = d_1 + 2m; \quad d_{a2} = d_2 + 2m; \quad (4)$$
- диаметры окружностей впадин
$$d_{f1} = d_1 - 2{,}5m; \quad d_{f2} = d_2 - 2{,}5m. \quad (5)$$

В лабораторной работе определять параметры зубчатой передачи редуктора рекомендуется в следующем порядке:

№ п/п		Передача прямозубая	Передача косозубая
1		Определить число зубьев шестерни Z_1 и колеса Z_2	
2		Измерить межосевое расстояние a_W	
3	3.1	Из формулы (1) вычислить модуль m и сверить его со стандартным из табл.1	Измерить высоту зуба колеса h в мм, из соотношения h=2,25m ориентировочно определить модуль m и сверить его со стандартным из табл.1
	3.2	-	Из формулы (1) определить угол наклона зуба β
4		По формулам (3) и (4) вычислить диаметры окружности вершин зубчатых колес d_{a1} и d_{a2}	
5		Сопоставить вычисленные значения d_{a1} и d_{a2} с измеренными и убедиться в правильности расчетов	

2. ВАЛЫ И ОПОРЫ ВАЛОВ

Валы - это детали, предназначенные для передачи крутящего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей машин. Валы воспринимают силы, действующие со стороны зубчатого зацепления. Практически все валы редукторов выполняют ступенчатыми. Эта форма удобна в изготовлении и сборке. Кроме того, уступы валов могут воспринимать действующие осевые силы.

В качестве опор валов в редукторах используются подшипники скольжения и качения. Наибольшее применение получили подшипники качения. В зависимости от условий работы валы с опорами качения могут быть плавающими и фиксированными в осевом направлении.

Базирование и фиксирование внутреннего кольца подшипника на валу осуществляют упорными буртами, гайками, концевыми шайбами, пружинными кольцами (рис.2). Надежное базирование подшипника качения обеспечивается поджимом внутреннего кольца к торцу заплечика вала или торцу детали, установленной на валу.

Базирование и фиксирование наружного кольца подшипника в корпусе обеспечивается упорными буртами, крышками, пружинными кольцами и другими деталями (рис.3).

В зависимости от конструктивного исполнения различают следующие виды установки подшипников: враспор (рис.4а), врастяжку (рис.4б) для радиально-упорных роликовых или шариковых и плавающие опоры для радиальных роликовых (рис.4в) и шариковых (рис.4г).

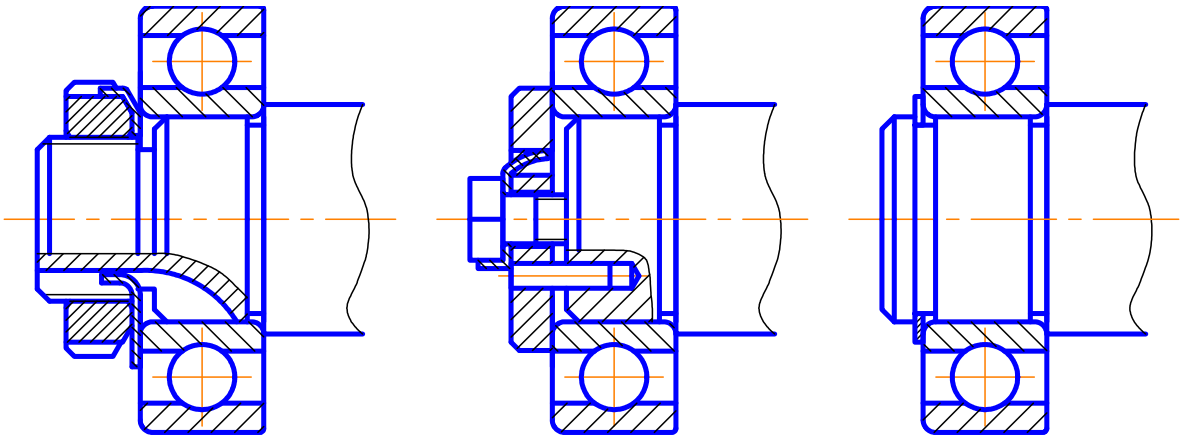


Рис.2

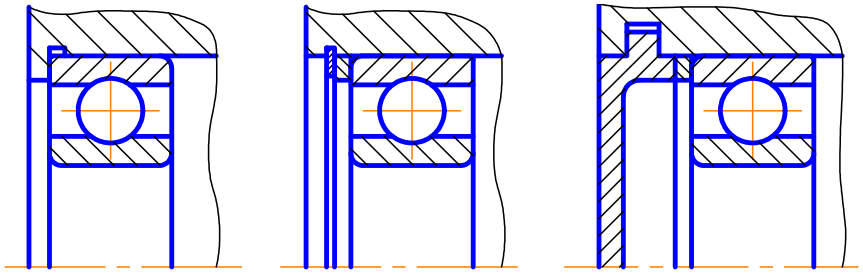


Рис.3

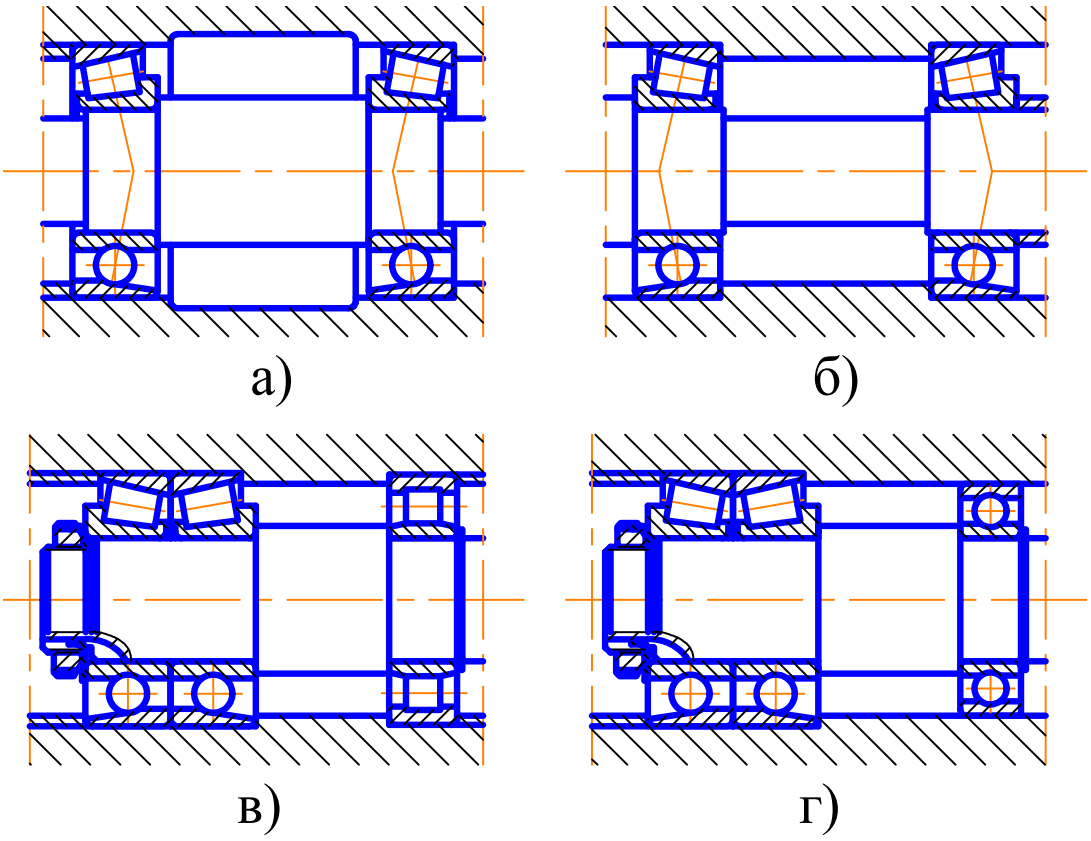


Рис.4

3. УПЛОТНЕНИЯ ВАЛОВ

Для герметизации мест выхода валов из корпуса применяются уплотнительные устройства: сальниковые войлочные или фетровые кольца (рис.5а), резино-металлические манжеты (рис.5б), лабиринтные (рис.5в), щелевые уплотнения (рис.5г) и др. Уплотнения в подшипниковых узлах не должны допускать утечки смазки из корпуса, а также защищать подшипники от попадания в них пыли, грязи и абразивных частиц, вызывающих их преждевременное изнашивание. Выбор типа уплотнения зависит главным образом от окружной скорости шейки вала: войлочные (фетровые) кольца, щелевые уплотнения – до 4-5 м/с; манжетные уплотнения – до 15 м/с; лабиринтные – до 30 м/с.

В ответственных конструкциях применяют комбинированные уплотнения в различных сочетаниях, например лабиринтно-щелевое уплотнение (рис.5д) и др.

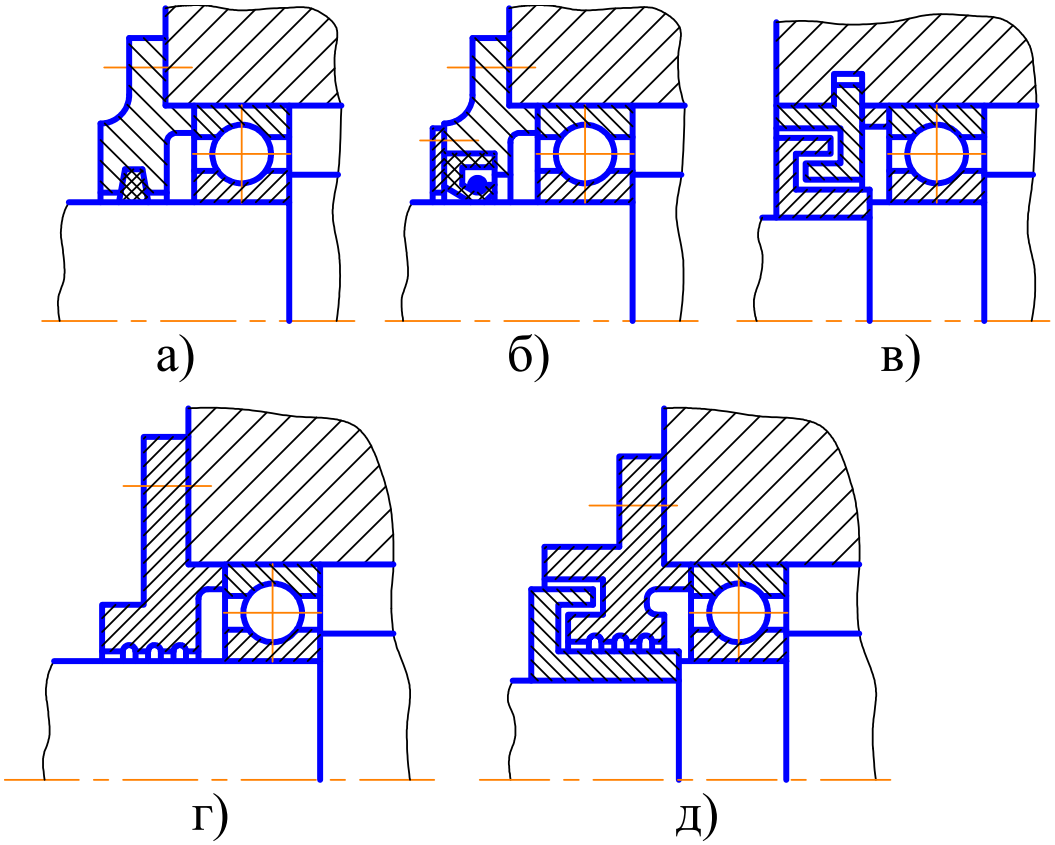


Рис.5

4. СМАЗЫВАНИЕ РЕДУКТОРА

Под смазыванием понимается подведение смазочного материала к поверхностям трения. В зависимости от условий работы узлов применяют виды смазывания, которые характеризуют как время, так и способ подвода и нанесения смазки на поверхности трения.

В отношении цикличности подачи смазки различают: непрерывное, периодическое, ресурсное (один раз за весь ресурс), предпусковое (перед каждым пуском) и другие виды смазывания.

Способы подвода и нанесения смазки на поверхности трения бывают: циркуляционное (жидкая смазка подается принудительно к поверхностям трения, стекает с них в сборник и через нагнетательную систему вновь подается к трущимся поверхностям); погружением (поверхность трения полностью или частично погружается в ванну с жидкой смазкой); под давлением; смазочным кольцом, свободно навешенным на зал и погруженным нижней частью в ванну; смазочной шестерней; масляным туманом; разбрызгиванием и др.

В редукторах общего назначения обычно применяется комбинированное смазывание. Одно или несколько зубчатых колес смазываются погружением в масляную ванну, а остальные детали и узлы, в том числе подшипники качения, смазываются за счет разбрызгивания масла и циркуляции внутри корпуса образовавшегося масляного тумана. По времени это смазывание - непрерывное. Такое смазывание называется картерным.

При картерном смазывании для контроля уровня масла применяют маслоуказатели в виде прозрачных окон, жезловые указатели и пр.

Заправка корпуса редуктора маслом в большинстве случаев осуществляется через заливную пробку-отдушину, которая обеспечивает также сообщение внутренней полости редуктора с атмосферой, предотвращая возникновение внутри корпуса избыточного давления или вакуума при изменении температуры передачи.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с конструкцией редуктора (по указанию преподавателя).
2. Заполнить протоколы № 1…6
3. Ответить на контрольные вопросы.

Протокол №1. Основные параметры цилиндрического редуктора

1. Тип редуктора по виду зубчатых зацеплений (цилиндрический, коническо-цилиндрический и т.д.)	-	
2. Тип редуктора по числу ступеней (одно-, двух-, трехступенчатый)	-	
3. Межосевое расстояние 3.1. Быстроходной ступени 3.2. Тихоходной ступени	- $a_{WÁ}$, мм $a_{WÒ}$, мм	
4. Передаточные числа 4.1. Передаточное число I ступени 4.2. Передаточное число II ступени 4.3. Общее передаточное число	 u_I u_{II} u	
5. Габариты: длина ширина высота	L, мм B, мм H, мм	

Протокол №2. Характеристика зубчатой передачи

1. Число зубьев шестерни		Z_1	
2. Число зубьев колеса		Z_2	
3. Модуль нормальный		m	
4. Угол наклона зубьев		β	
5. Направление линии наклона зуба (правое или левое)	шестерни	-	
	колеса	-	
6. Ширина венца	шестерни	b1, мм	
	колеса	b2, мм	
7. Расположение шестерни относительно опор (симметричное, несимметричное, консольное)		-	
8. Расположение колеса относительно опор		-	

Примечание: По указанию преподавателя рассматривается зубчатая передача быстроходной либо тихоходной ступени.

Протокол №3. Характеристика опор валов

Характеристика опор	Входной вал	Промежуточный вал	Выходной вал
1. Вид опор (подшипники качения, скольжения) 2. Тип подшипников (шариковые радиальные, роликовые конические и др.) 3. Условное обозначение подшипников 4. Вид установки подшипников на валах и в корпусе (враспор, врастяжку и др.)			

Протокол №4. Характеристика уплотнений валов

	Входной вал	Выходной вал
Тип уплотнений (манжетное, лабиринтное, сальниковое и т.д.)		

Протокол №5. Способы крепления зубчатых колес на валах
(вал-шестерня, на шпонке, на шлицах, запрессовкой)

Шестерня быстроходной ступени	Колесо быстроходной ступени	Шестерня тихоходной ступени	Колесо тихоходной ступени

Протокол №6. Смазывание редуктора

1. Вид смазывания передач по цикличности, по способу подвода смазки (непрерывное, циркуляционное, погружением и т.д) 2. Вид смазывания подшипников (жидкая или консистентная смазка) 3. Контроль уровня смазки (с помощью прозрачного окна, щупа и т.д.) 4. Способ заливки смазки 5. Способ слива смазки	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение редуктора?
2. Перечислите основные параметры зубчатой передачи.
3. Чем определяется выбор опор валов?
4. Как осуществляется фиксирование внутренних и наружных колец подшипников?
5. Перечислите виды установки подшипников на валах.
6. Для чего применяют уплотнительные устройства?
7. Виды уплотняющих устройств.
8. Что такое нормальный модуль зубчатого колеса?
9. Какие существуют способы крепления зубчатых колес на валах?
10. Для чего необходимо смазывание редуктора?
11. Перечислите способы нанесения смазки на поверхности трения.
12. Как производится контроль уровня масла.
13. Для чего служит пробка-отдушина?

Сергей Витальевич Черепанов

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

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.