

Министерство образования Российской Федерации
Государственное учреждение

Кузбасский государственный технический университет

Кафедра прикладной механики

**СПОСОБЫ СМАЗЫВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ,
ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ И ПОДШИПНИКОВ
КАЧЕНИЯ**

Методические указания к лабораторной работе для
студентов направлений 552900, 551800, 551400

Составители

Н.Г. Степанова

В.П. Котурга

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 5 от 20.06.01
Рекомендованы к печати методической ко-
миссией направления 552900
Протокол № 9 от 19.11.01
Электронная копия находится в
библиотеке главного корпуса
ГУ КузГТУ

Кемерово 2001

1. Цель работы

Изучить существующие способы смазки зубчатых, червячных передач и подшипников качения. Полученные знания потребуются при выполнении курсовых проектов и в дальнейшей инженерной деятельности.

2. Смазка передач

Применяются два вида смазки:

- а) картерная - при $V < 12$ м/с;
- б) циркуляционная при $V > 12$ м/с.

При $V > 12$ м/с масло сбрасывается со смазываемых поверхностей.

2.1. Циркуляционная смазка

Наиболее совершенная система. При ней к трущимся поверхностям непрерывно подается профильтрованное и охлажденное масло. Недостатки этой системы - сложность и необходимость постоянного наблюдения. На рисунке 1 приведена принципиальная схема циркуляционной системы смазки.

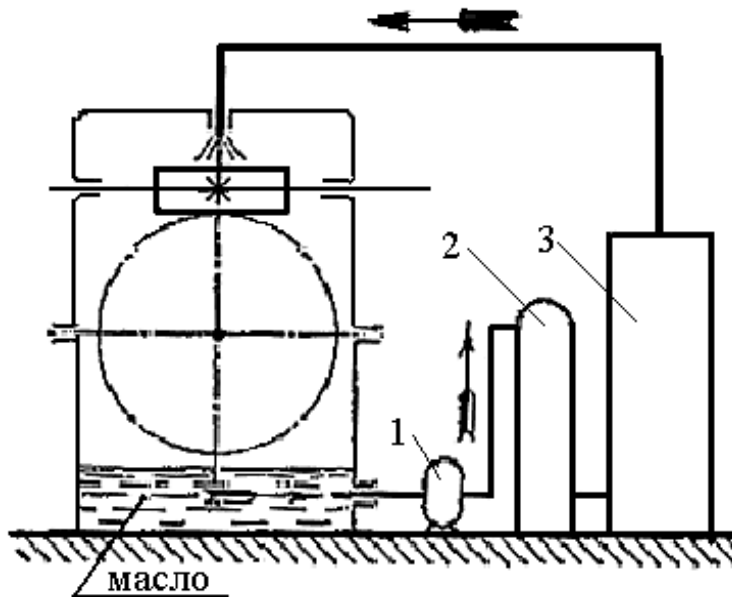


Рисунок 1. Схема циркуляционной смазки:

1- насос; 2- фильтр; 3- холодильник

2.2. Картерная смазка

Осуществляется окунанием зубчатых, червячных колёс или червяков, вспомогательных деталей (смазочных шестерен, колец, дисков, брызговики) в масло, заливаемое внутрь корпуса редуктора.

Рекомендации погружения колес в масло, при скоростях, близких к предельной (12 м/с) показаны на рисунке 2:

- а) червячные колеса (при верхнем расположении червяка) - не ниже высоты зуба, верхний предел обычно не ограничивается;
 б) цилиндрические колеса - от 1 до 5 модулей;
 в) конические колеса - от половины до целой длины зуба.

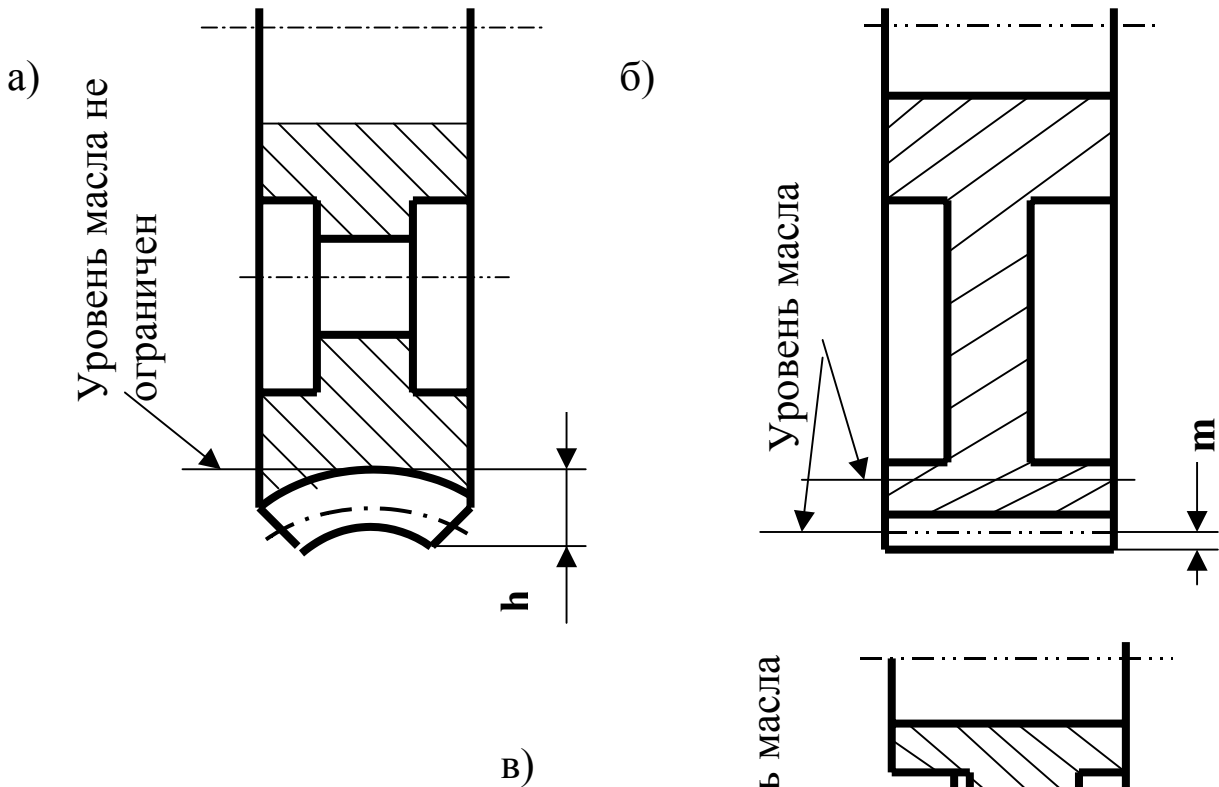


Рисунок 2

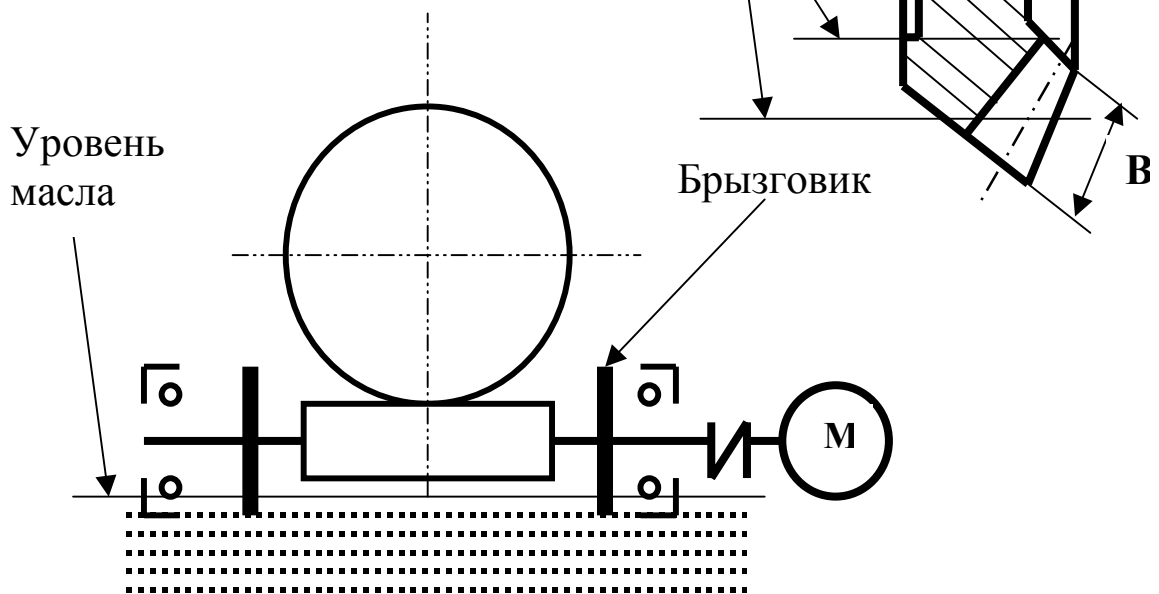


Рисунок 3

На рисунках 3 и 4 даны нормы погружения в масло витков червяка у червячных редукторов при нижнем расположении червяка.

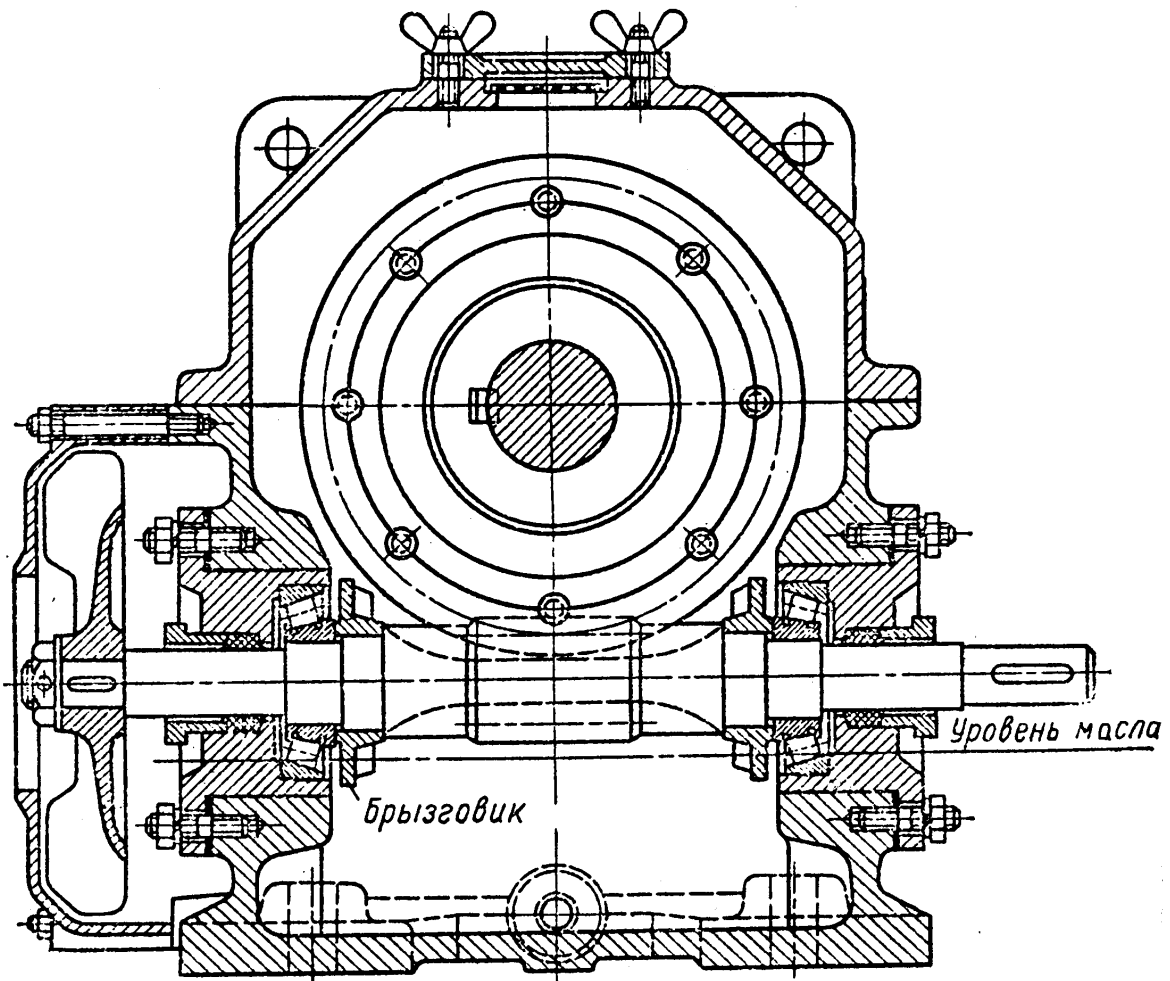


Рисунок 4

В этом случае червяк рекомендуется погружать в масло от 2,5 до 4 модулей, но не выше центра нижнего тела качения подшипника вала червяка. В противном случае ставятся смазочные кольца – "брызговики".

Чем меньше скорость вращения колеса, тем на большую глубину оно может быть погружено в масло. Колеса тихоходных ступеней при $V < 2,5$ м/с можно погружать в масло на 0,5 радиуса колеса.

Колеса тихоходных ступеней могут не окунаются в масло, и тогда они смазываются:

- а) смазочными дисками - рисунок 5;
- б) смазочными кольцами - рисунок 6;
- в) смазочными шестернями - рисунок 7.

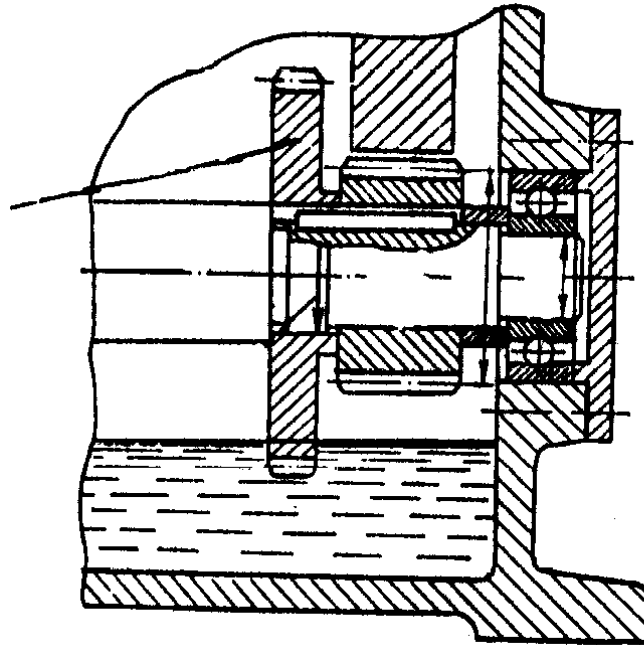


Рисунок 5

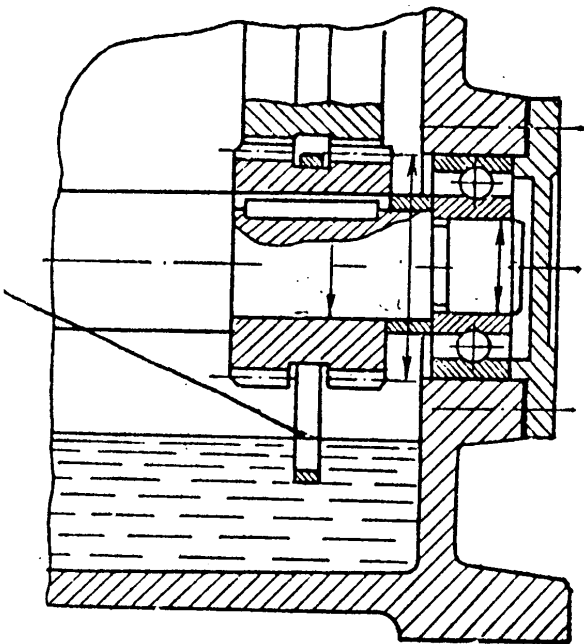


Рисунок 6

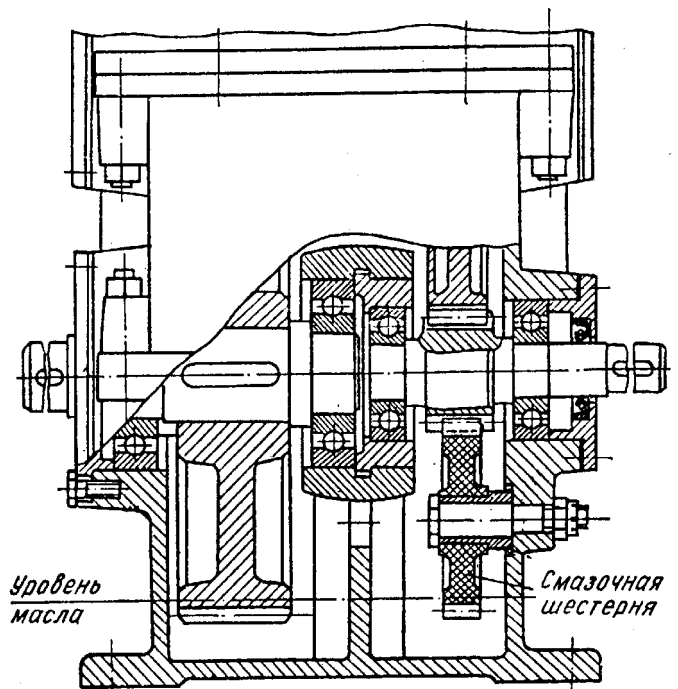


Рисунок 7

Смазочные шестерни делают из пластмассы. Ширину смазочных колес рекомендуется принимать от 0,4 до 0,5 ширины основных колес. Окунается в масло от $1/3$ до $1/6$ его радиуса.

В корпус рекомендуется заливать масла от 0,35 до 0,8 литра на киловатт передаваемой мощности.

3. Смазка подшипников

3.1. При картерной смазке:

- а) если $V > 2,5$ м/с (хотя бы у одной пары колес), подшипники смазываются масляным туманом и полость подшипника должна быть открыта со стороны редуктора;
- б) если $V < 2,5$ м/с, подшипники смазывают пластичной смазкой, и в этом случае необходимы мазеудерживающие кольца.

3.2. Мазеудерживающие кольца

На рисунке 8 показана особенность установки на валах мазеудерживающих колец из нейлона.

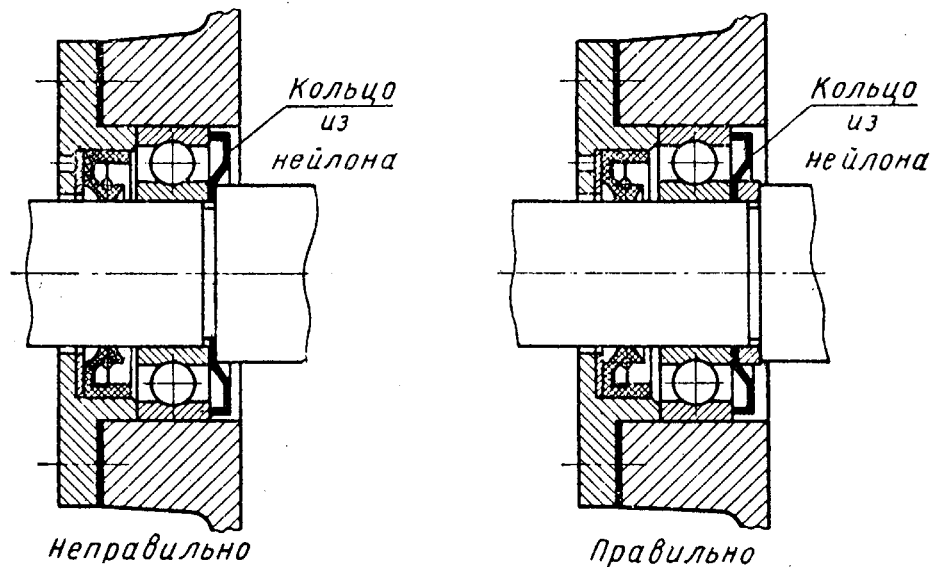


Рисунок 8

Мазеудерживающие кольца из нейлона должны хорошо центрироваться по валу, для чего при наличии на валу канавок для выхода инструмента необходимо между буртом вала и подшипником помещать упорное кольцо, перекрывающее канавку.

4. Смазочные устройства

4.1. Сливные отверстия и пробки к ним

При работе передач масло постепенно загрязняется продуктами износа. С течением времени оно стареет, свойства его ухудшаются. Поэтому масло, налитое в корпус редуктора, периодически меняют. Для этой цели в корпусе предусматривают сливное отверстие с цилиндрической, рисунок 9 а, б), или конической, в), резьбой.

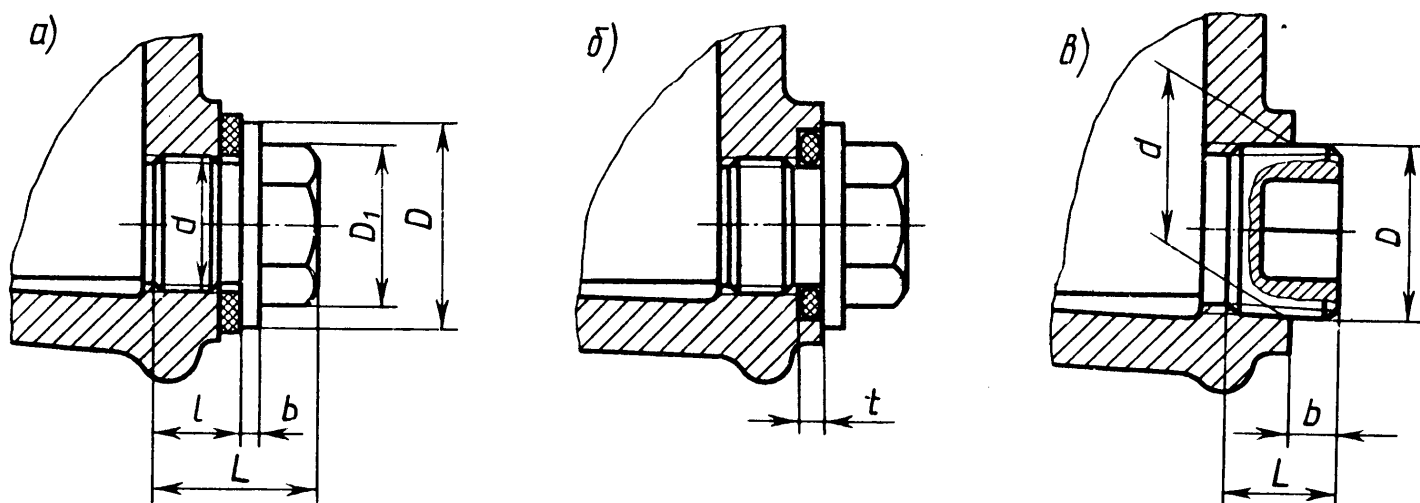


Рисунок 9

Размеры пробок даны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Размеры пробок цилиндрических, в мм

d	D	D ₁	L	l	b	t
М 16 x 1,5	25	21,9	24	13	3	1,9
М 20 x 1,5	30	25,9	28	15	4	2

Таблица 2

Размеры пробок с конической резьбой, в мм

d	D	L	b
К ½ " труб.	20,9	15	7,5
К ½ " труб.	26,4	17	7,5

4.2. Отдушины

При длительной работе, в связи с нагревом масла и воздуха, повышается давление внутри корпуса редуктора, что может привести к просачиванию масла через уплотнения и стыки. Чтобы избежать этого, внутреннюю полость корпуса сообщают с внешней средой путем установки отдушины в верхних точках редуктора. Наибольшее применение находят отдушины, представленные на рис. 10.

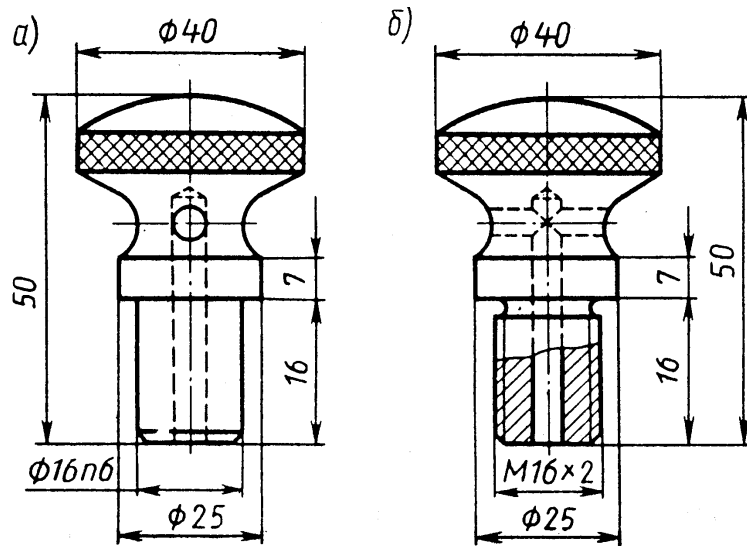


Рисунок 10

Применяют также отдушины, конструкция которых дана на рисунке 11, а размеры в таблице 3.

Таблица 3

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

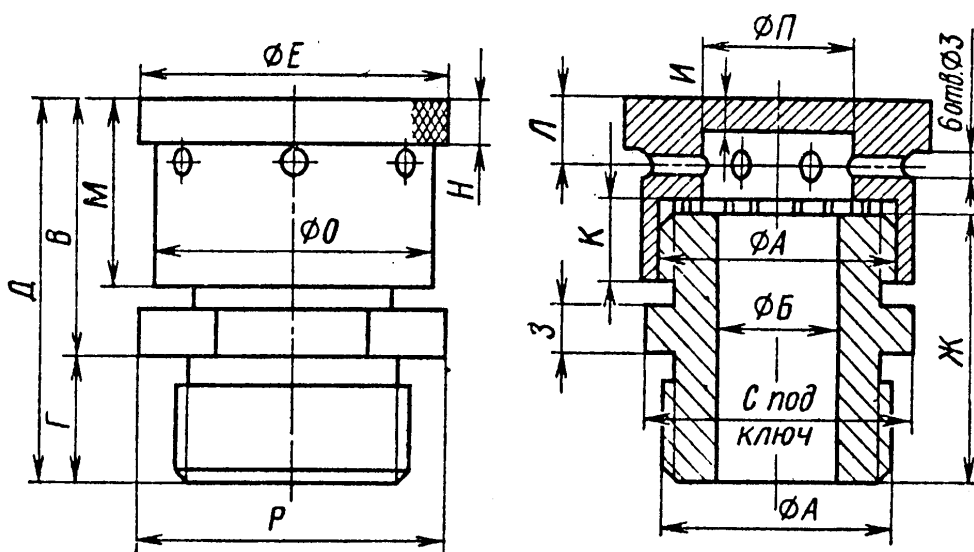


Рисунок 11

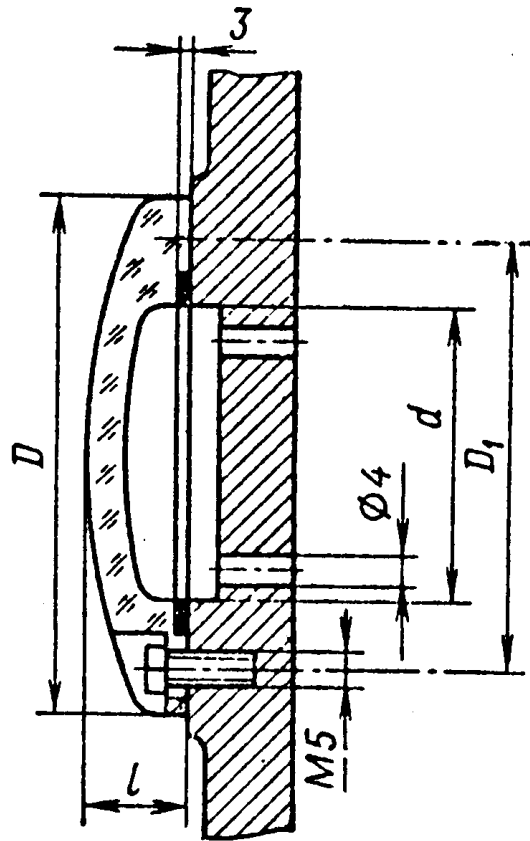


Рисунок 13

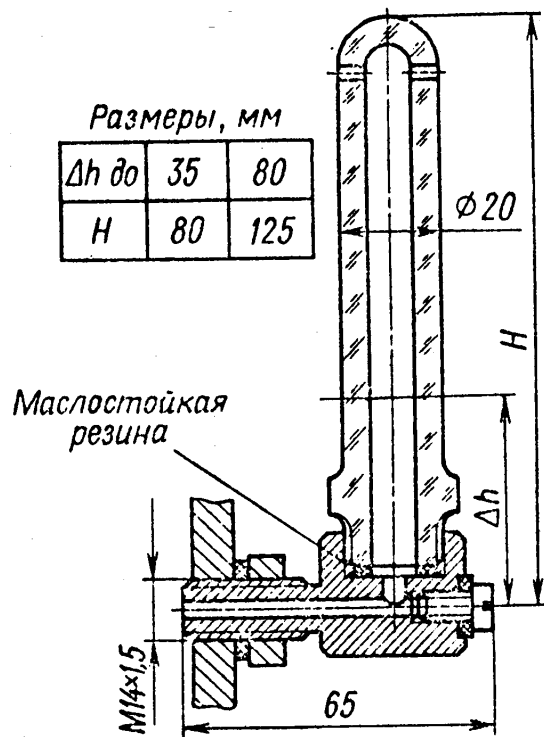


Рисунок 14

4.3.2 Трубчатые маслоуказатели

Конструкция и размеры приведены на рисунке 14.

5. Уплотнительные устройства

Уплотнительные устройства применяют для предохранения от вытекания смазочного материала из подшипниковых узлов, а так же для защиты их от попадания извне пыли и влаги. Различают уплотнения контактного и бесконтактного типа. Наиболее часто применимы контактные манжетные уплотнения.

5.1. Манжетные уплотнения

5.1.1. Конструкция манжетных уплотнений

Конструкции приведены на рисунке 15. Манжета состоит из: корпуса 1, каркаса 2, браслетной пружины 3. Каркас придает корпусу пружины жесткость. Браслетная пружина стягивает уплотняющую часть манжеты, вследствие чего образуется рабочая кромка шириной $b = 0,4 - 0,6$ мм, плотно охватывающая поверхность вала.

Манжеты, предназначенные для работы в засоренной среде, выполняют с дополнительной рабочей кромкой 4, называемой «пыльником».

5.1.2. Требования к установке манжет

Манжету при смазке подшипников масляным туманом, устанавливают уплотняющей кромкой внутрь корпуса, рисунок 16. В этом случае к рабочей кромке обеспечен хороший доступ смазочного материала.

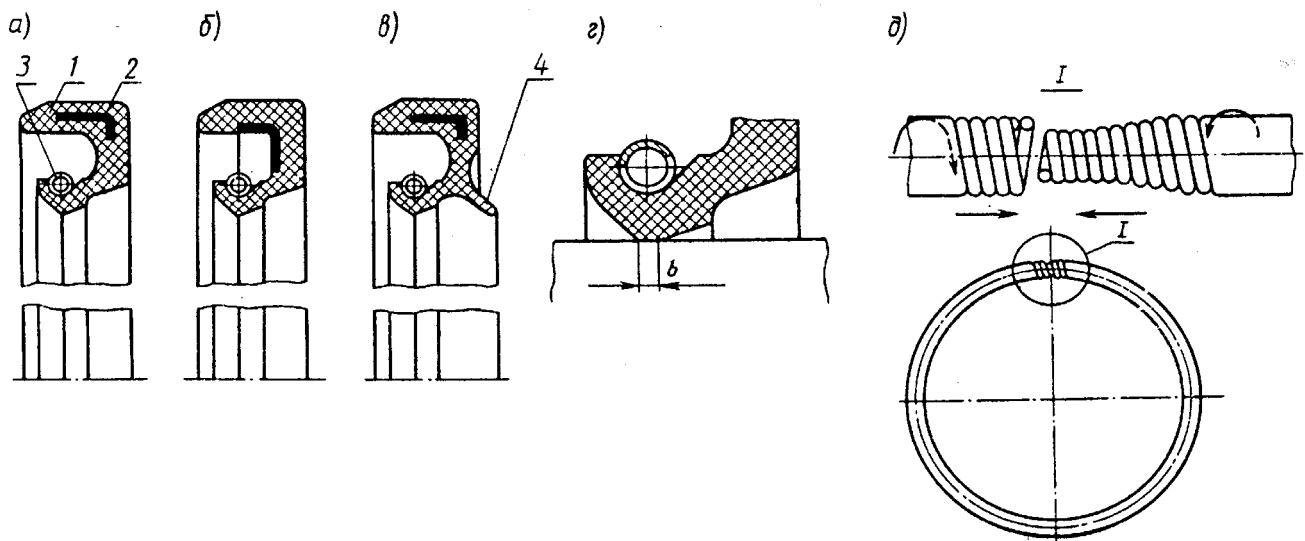


Рисунок 15

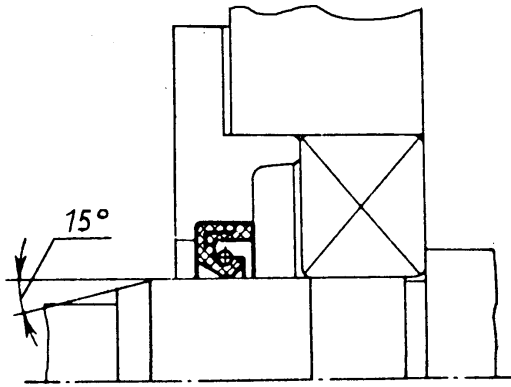


Рисунок 16

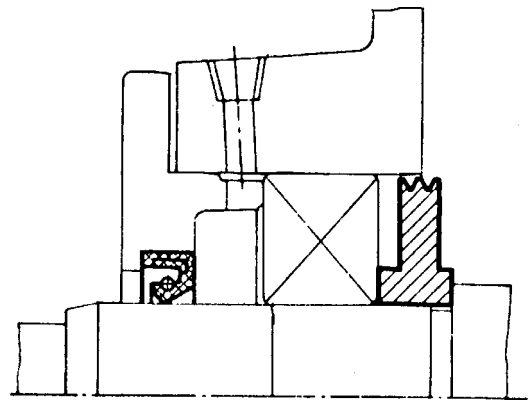


Рисунок 17

При смазке подшипников консистентной смазкой давление внутри подшипниковой камеры может быть очень высоким. В этом случае манжету устанавливают уплотняющей кромкой наружу, рисунок 17. Тогда при повышении давления смазка отогнет кромку манжеты и избыток её вытечет наружу.

6. Выбор марки масла

По окружной скорости и действующим в передаче контактными напряжениями σ_H , по таблице 4, определяется необходимая кинематическая вязкость масла.

По кинематической вязкости, таблица 5, назначается марка масла. В многоступенчатых редукторах марка масла выбирается по средней вязкости из установленных для каждой ступени передач.

Таблица 4

Контактные напряжения σ_H , МПа	Рекомендуемая кинематическая вязкость (10^6 м ² /с) при окружной скорости, м/с		
	до 2	2...5	св. 5
Для зубчатых колес при 50°C			
До 600	34	28	22
600 ... 1000	60	50	40
1000 ... 1200	70	60	50
Для червячных колес при 100°C			
До 200	25	20	15
200 ... 250	32	25	18
250 ... 300	40	30	23

Таблица 5

Марка масла	Кинематическая вязкость ($10^6 \text{ м}^2/\text{с}$)
Для зубчатых колес при 50° С	
Индустриальное И-20А	17 ... 23
Индустриальное И-30А	28 ... 33
Индустриальное И-40А	35 ... 45
Индустриальное И-50А	47 ... 55
Индустриальное И-70А	65 ... 75
Для червячных колес при 100° С	
Авиационное МС-20	20,5
Цилиндровое 52	52

7. Контрольные вопросы

1. В чем заключается циркуляционная система смазки?
2. Как осуществляется картерная система смазки передач?
3. Особенности картерной системы смазки червячных редукторов при нижнем расположении червяка?
4. Когда применяются смазочные шестерни, диски, кольца?
5. Способы смазки подшипников качения при картерной системе смазки передач?
6. Требования к установке на валах мазеудерживающих колец из нейлона?
7. Требования к установке манжетных уплотнений?

8. Литература

1. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М.Н. Иванов, В.Н. Иванов. - М.: Высш. шк., 1975. – 522 с.
2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. - М.: Высш. шк., 1985. - 415 с.

Пример выполнения отчета

1. Выбор способа смазки и смазочных материалов для подшипников и передач редуктора

1.1. Данные для выбора

Таблица 1.1

Окружные скорости в м/с	
Ступени редуктора	
быстроходная	тихоходная
2,4	0,78

1.2. Смазка подшипников

Подшипники смазываем консистентной смазкой ($V_6=2,4 < 2,5$ м/с).

Нужны мазеудерживающие кольца.

Для случая когда $V_6 > 2,5$ м/с, подшипники смазываются масляным туманом. Мазеудерживающие кольца не нужны.

1.3. Смазка передач редуктора

Смазка передач редуктора - картерная ($V < 12,5$ м/с). Необходимое количество масла в ванне:

$$0,8 \text{ (л/кВт)} \cdot P_1 \text{ (кВт)} = 0,8 \cdot 1,587 = 1,3 \text{ л,}$$

где P_1 – мощность на валу двигателя.

Глубина погружения колес ступеней редуктора представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Ступени редуктора	
быстроходная	тихоходная
max – 2 высоты зуба min – 1 высота зуба	не более $(1/3 - 1/2) R$, где R- радиус колеса

1.4. Выбор смазочных материалов для передач редуктора и подшипников

1.4.1. Данные для выбора и выбор смазочного материала для передач редуктора

Таблица 1.3

Параметр	Ступени редуктора	
	быстроходная	тихоходная
Окружные скорости, м/с	2,4	0.78
Пределы V , м/с	2 - 5	до 2
Контактные напряжения σ_H , МПа	350	532
Пределы σ_H , МПа	до 600	
Рекомендуемая кинематическая вязкость масла (10^6 м ² /с)	28	34
Средняя вязкость	$(28 + 34)/2 = 31$	

Принимаем масло «Индустриальное И-30А» с вязкостью 28-33.

1.4.2 Выбор смазочных материалов для подшипников

Для смазки подшипников принимаем солидол синтетический УСс-1 ГОСТ 4366-64. [1, с. 297]

Для случая, когда подшипники смазываются масляным туманом (разбрызгиванием), используется картерное масло, которое выбрали в п.1.4.1, - Индустриальное И-30А.

Составители

Надежда Гавриловна Степанова

Владимир Петрович Котурга

СПОСОБЫ СМАЗЫВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ,
ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ И ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Методические указания к лабораторной работе
для студентов направлений 552900, 551800, 551400

Редактор Е.Л. Наркевич

ЛР № 020313 от 23.12.96

Подписано в печать 28.11.01. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 0,9

Тираж 50 экз. Заказ

ГУ Кузбасский государственный технический университет.
650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ГУ Кузбасский государственный технический
университет.

650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.