

Основы проектирования вертолетов

Лекция №9,10

Трансмиссия веролета

Состав трансмиссии

Состав трансмиссии:

- главный и промежуточный редукторы;
- редуктор РВ;
- соединительные и синхронизирующие валы с муфтами (эластичными, карданными, шлицевыми и др.) и их опоры;
- вентиляторы системы охлаждения масла;
- муфты свободного хода (МСХ);
- тормоз НВ.

ККС трансмиссии вертолета Ми-8

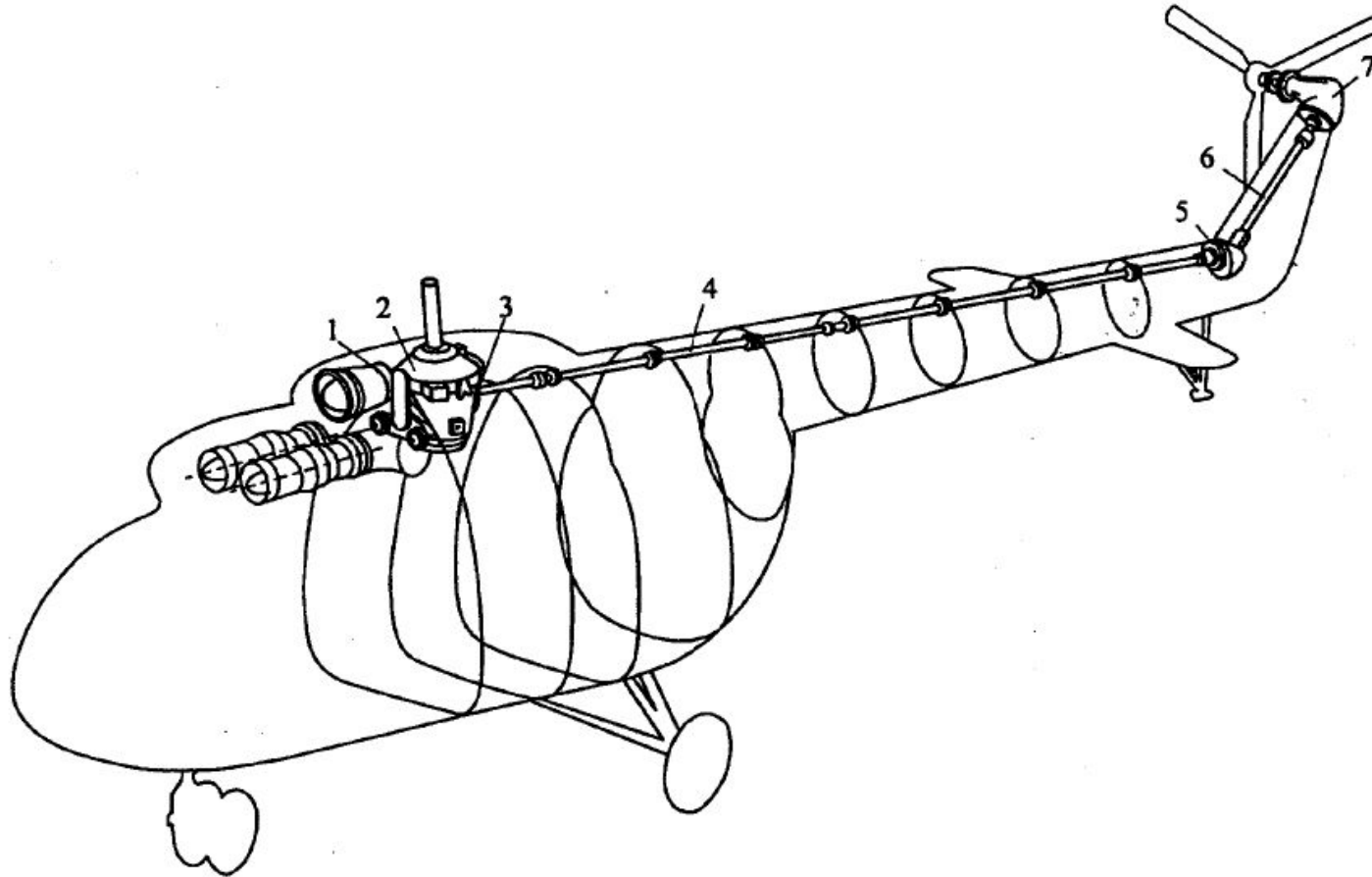


Рис. 4.2.1. Компоновка трансмиссии вертолета МИ-8:

1 — вал привода вентилятора; 2 — ГР; 3 — тормоз НВ; 4 — вал РВ; 5 — промежуточный редуктор;
6 — промежуточный вал; 7 — редуктор РВ

ККС трансмиссии вертолета ОН-6А

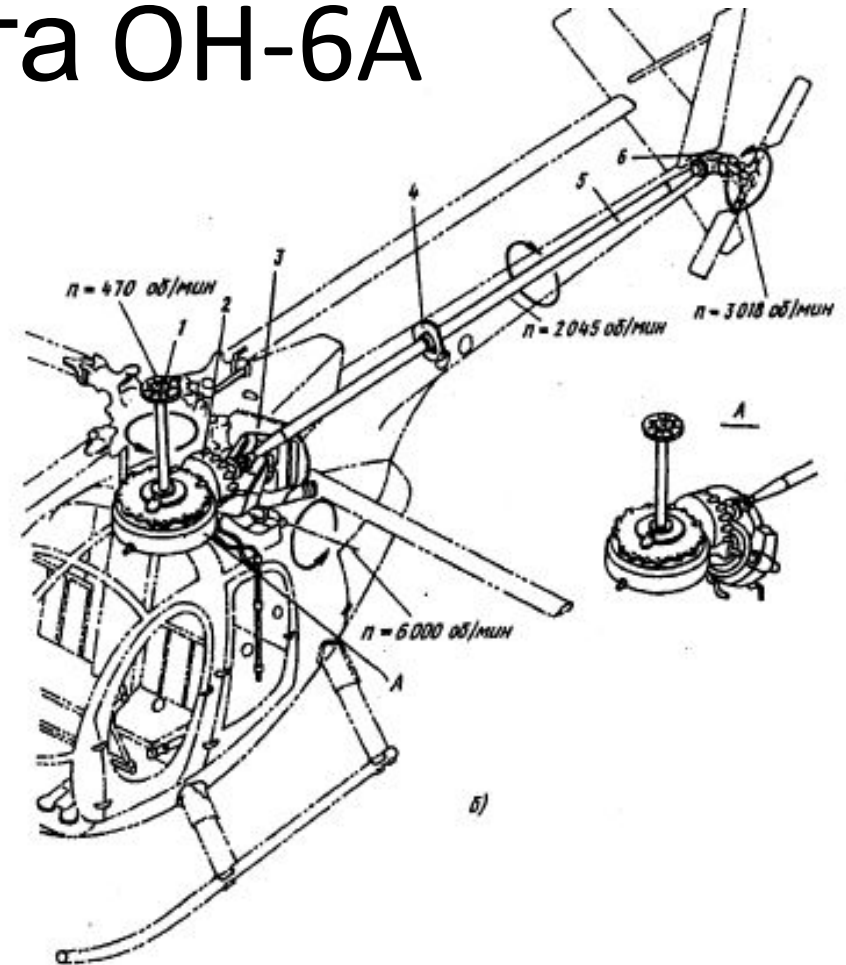
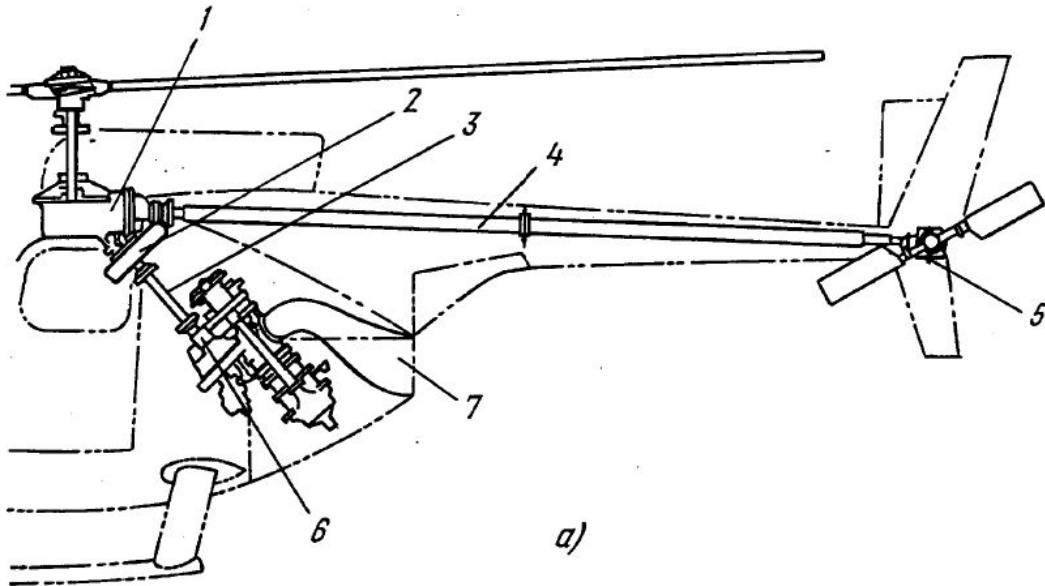


Рис. 4.2.2. Трансмиссия вертолета «Хьюз-500»:

а — компоновка трансмиссии:

1 — ГР; 2 — маслорадиатор; 3 — промежуточный вал;
4 — сверхкритический вал РВ; 5 — редуктор РВ; 6 — двигатель;
б — ККС трансмиссии:

1 — вал НВ; 2 — редуктор вала РВ; 3 — маслорадиатор;
4 — гаситель резонансных колебаний сверхкритического вала РВ;
5 — сверхкритический вал РВ; 6 — редуктор РВ; 7 — выходное устройство

ККС трансмиссии вертолета СН-47

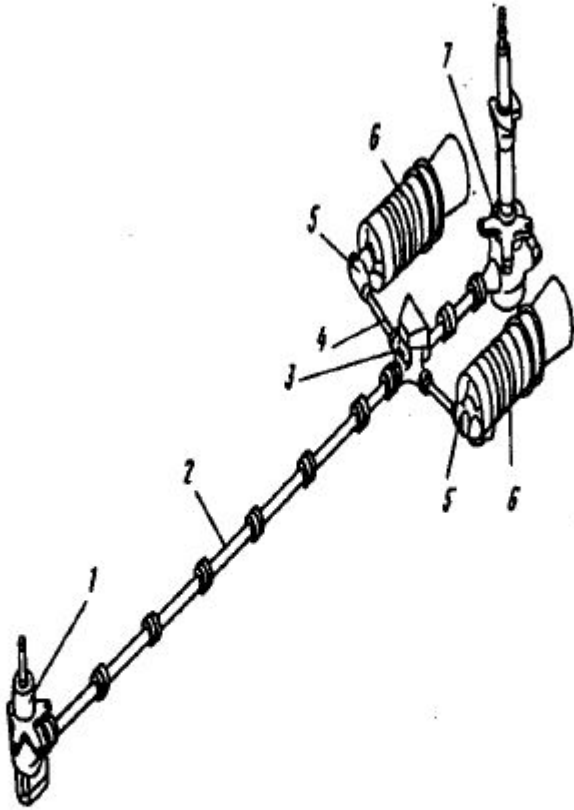


Рис. 4.2.3. Компоновка трансмиссии вертолета продольной схемы «Чинук»:

*1, 7 — главные редукторы НВ; 2 — вал привода НВ;
3 — промежуточный (или объединительный) редуктор;
4 — секции синхронизирующего вала; 5 — угловые редукторы
(редукторы двигателей); 6 — двигатели*



Главный редуктор

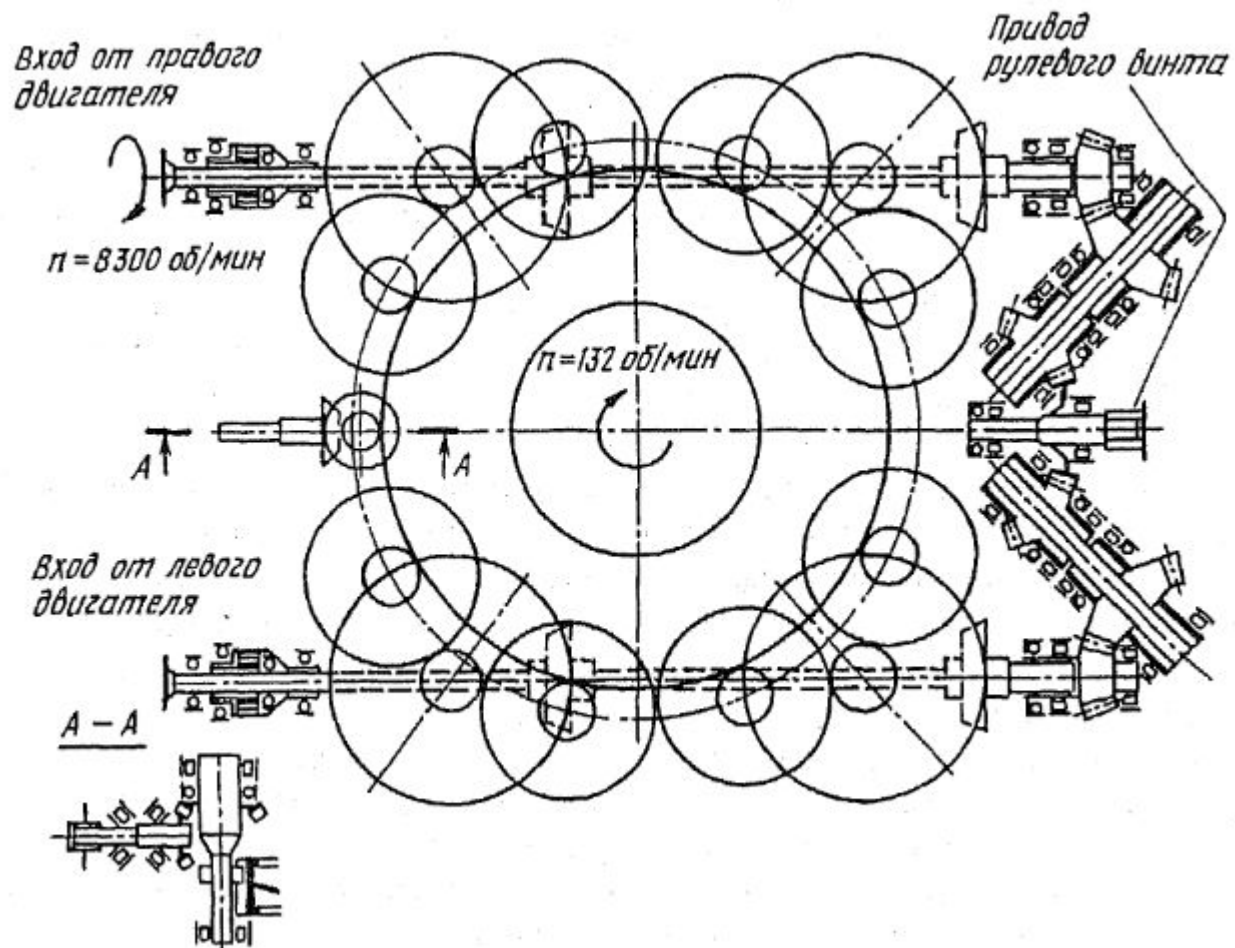
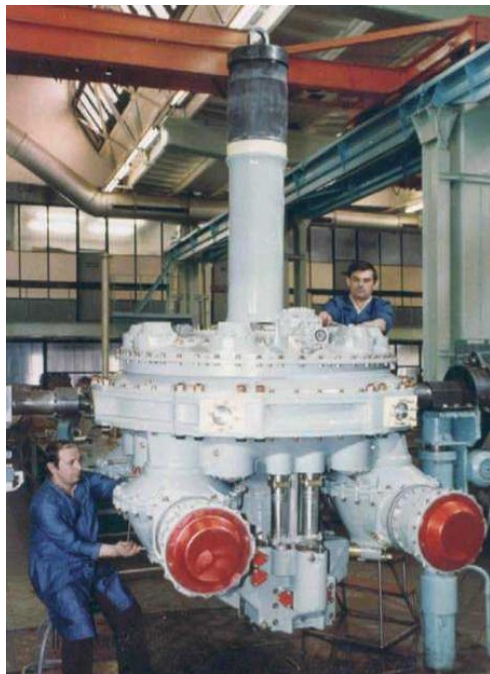
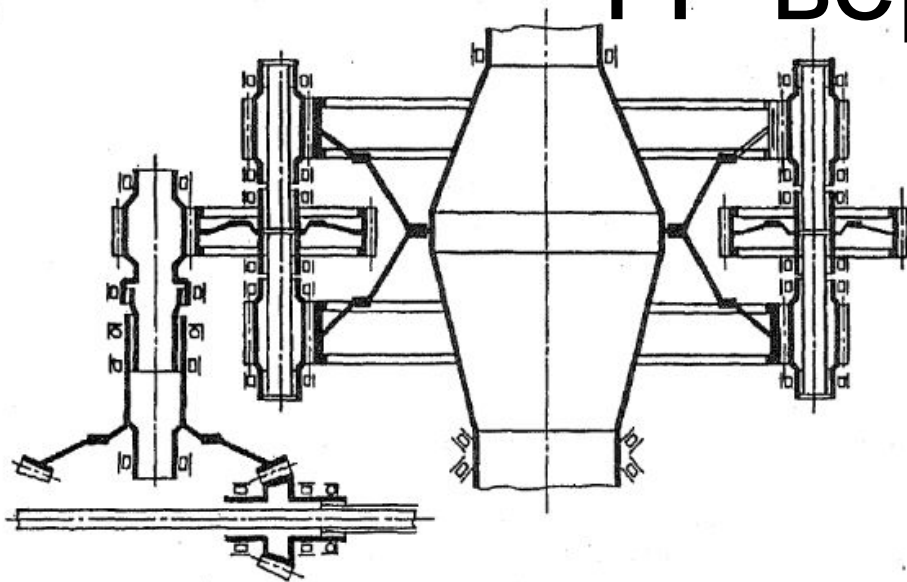
Масса ГР:

$$m_{\text{гр}} = k_{\text{гр}} \left(M_{\text{кр}} \right)_{\text{нв}}$$

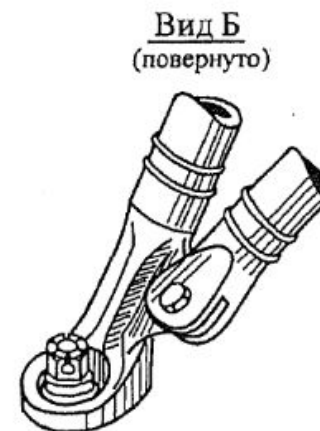
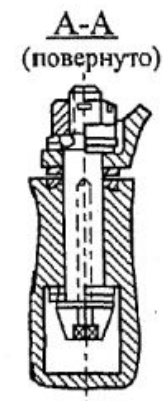
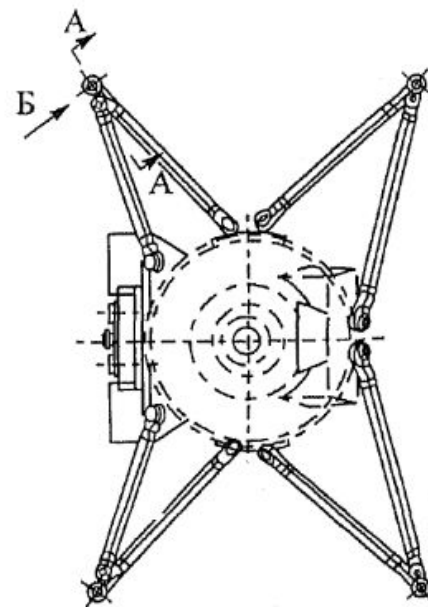
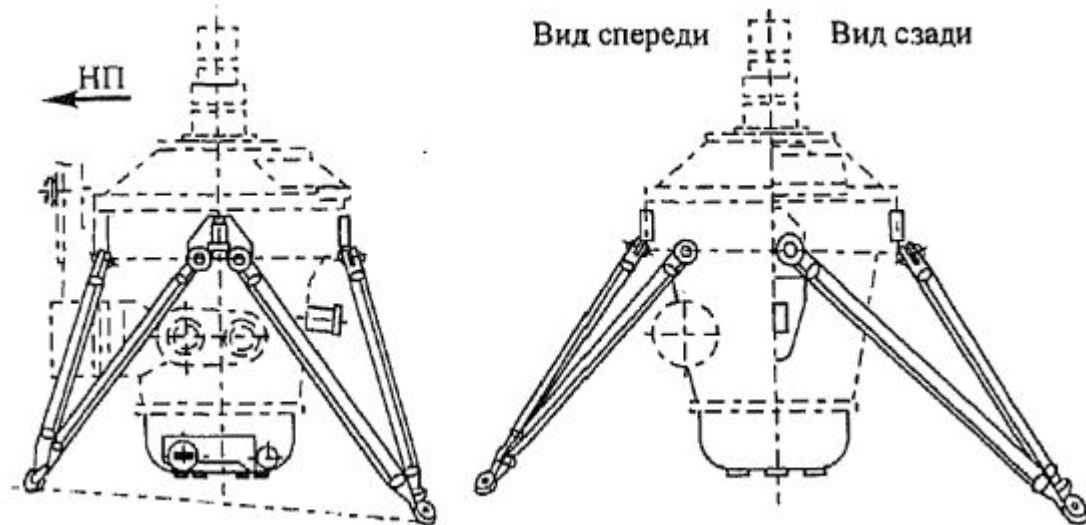
Классификация по схемам:

- С простыми ЗП;
- С планетарными ЗП;
- Со смешанными ЗП.

ГР вертолета Ми-26



Рама крепления ГР



Система смазки редуктора

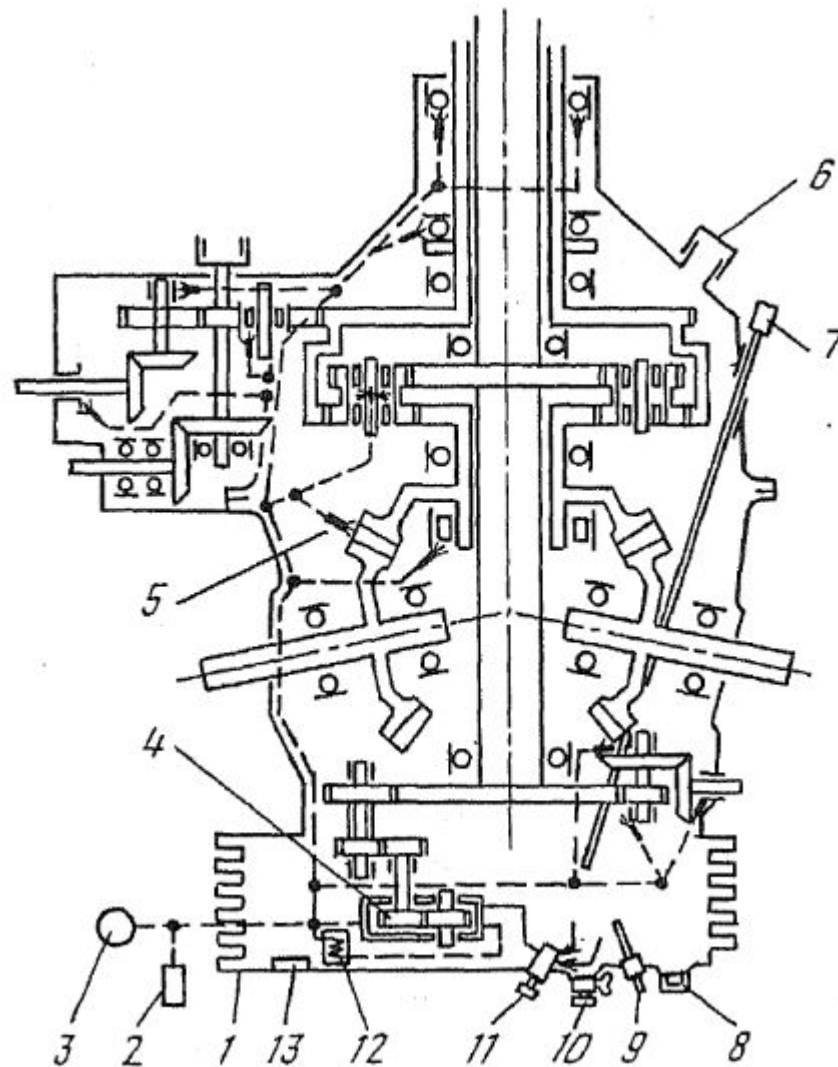
Количество масла поданного в зацепление:

$$q \approx \frac{0,238 N (1 - \eta)}{(t_2 - t_1) C_p}$$

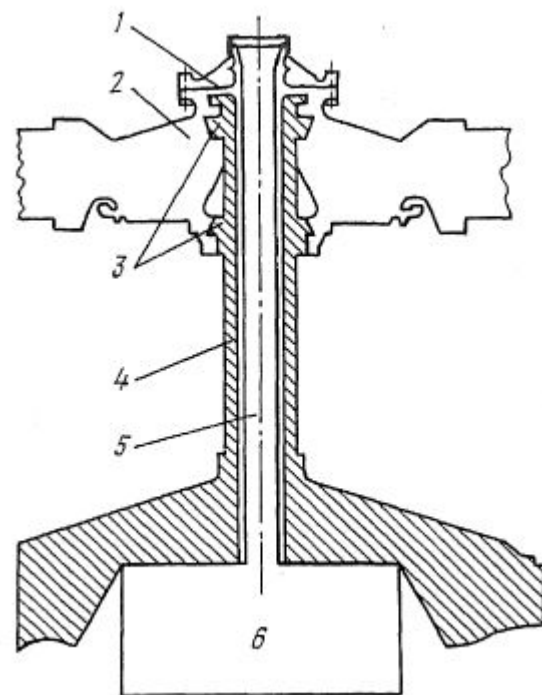
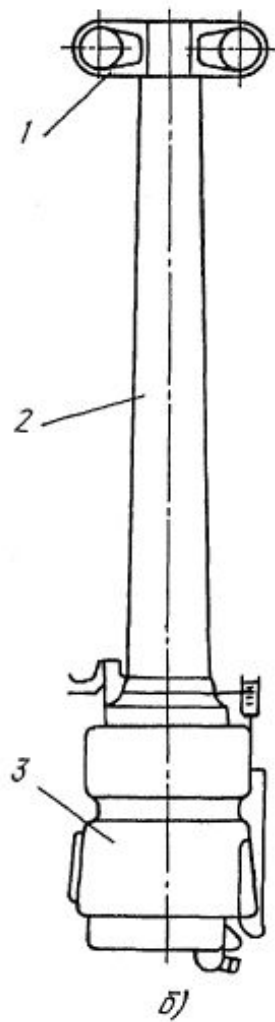
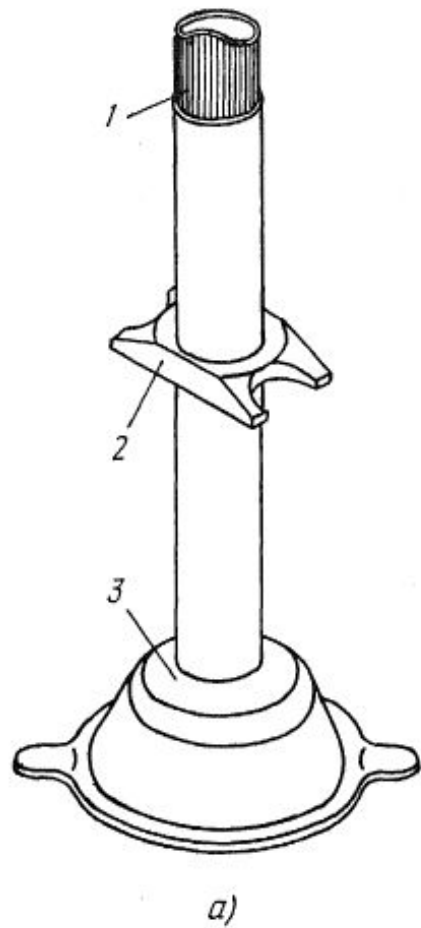
Принцип работы шестеренчатого насоса:

#видеозапись#

Маслосистема редуктора Р-26



Вал НВ



Определение диаметра вала

- Только Мкр

$$d = k_1 \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{\sigma_{-1} (1 - \epsilon^4)}}$$

Условие жесткости:

$$\varphi_{max} \leq [\varphi], \quad \psi_{max} \leq [\psi] \quad \text{и} \quad y_{max} \leq [y]$$

- Мкр и изгиб

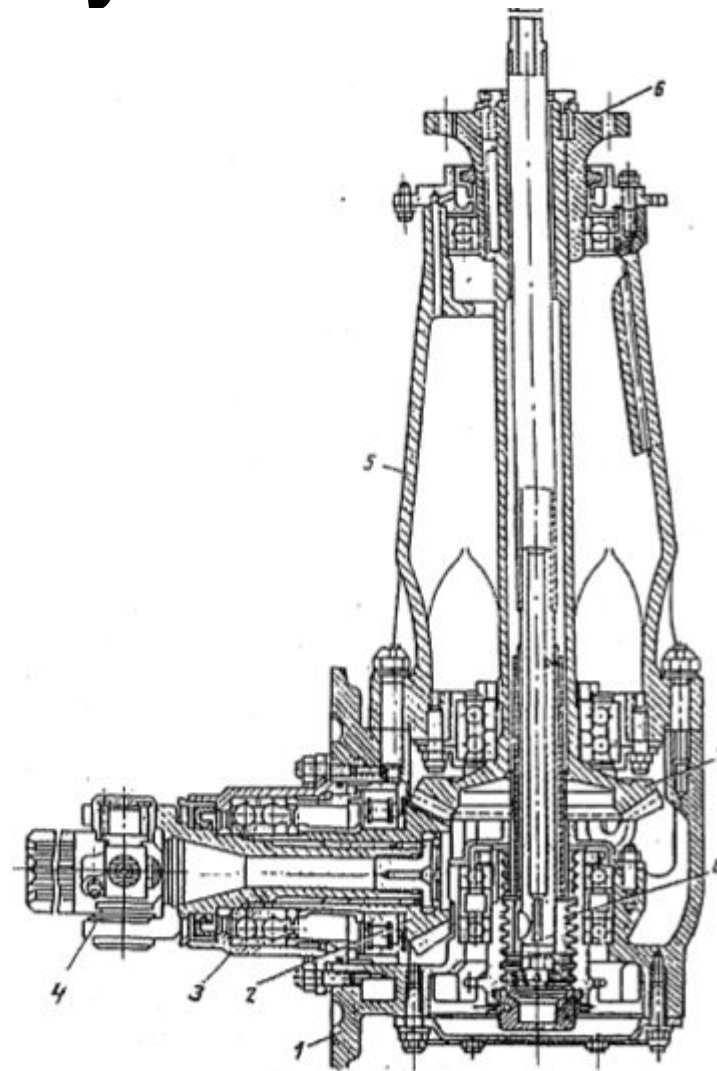
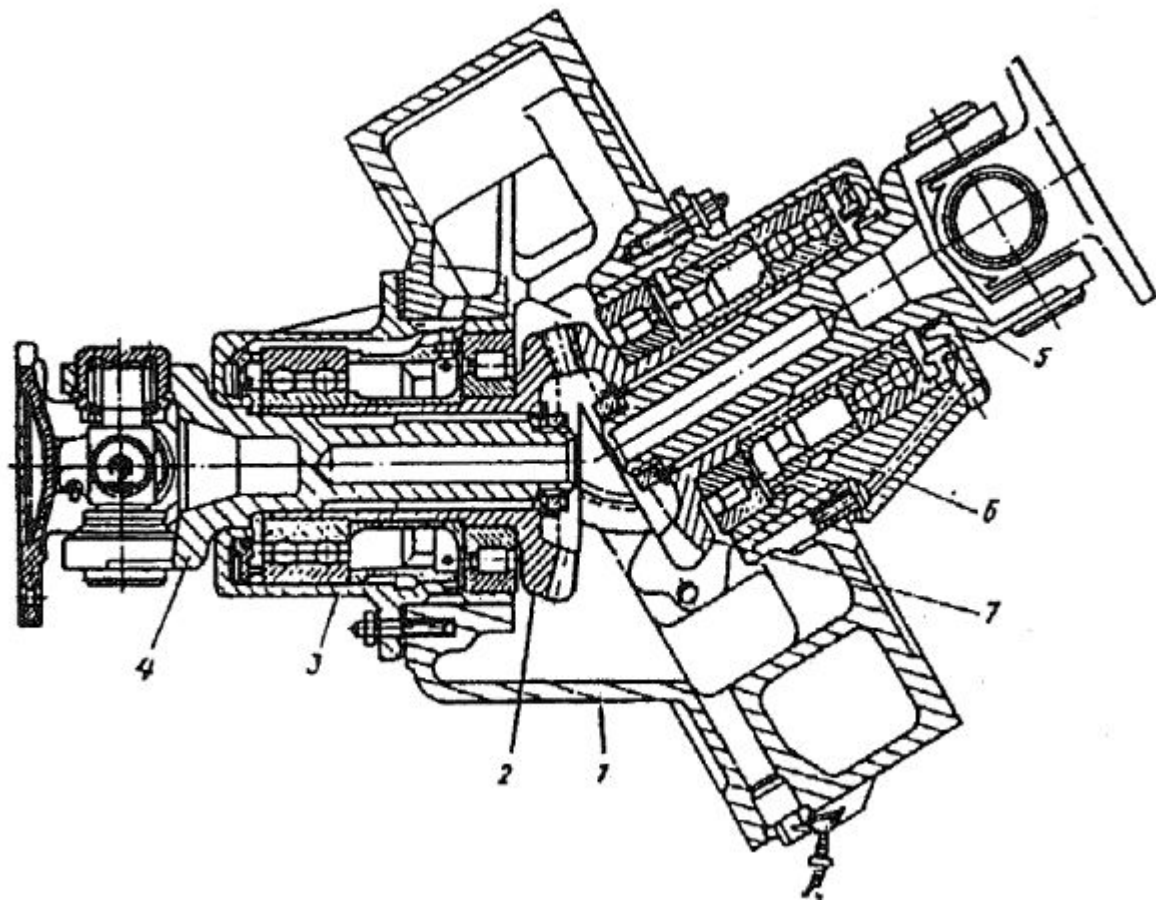
:

$$d = \sqrt{\frac{M_{изг} + (\alpha M_{кр})^2}{0,1 [\sigma]}}$$

Проверка вала по углу

$$d = k \sqrt{\frac{N}{n [\varphi]}}$$

Редукторы промежуточный и РВ



Выбор подшипников

$$L = \left(\frac{c}{P} \right)^{\alpha} \quad \text{или} \quad L_n = 10^6 \frac{L}{60 n} \text{ ч}$$

Валы трансмиссии

Валы трансмиссии (ВТ) условно разделяют на три группы:

- передача мощности от двигателя к редуктору НВ (главные валы);
- передача мощности к РВ, синхронизирующие валы и т.п. (валы с малой крутильной жесткостью — рессоры);
- привод вспомогательных агрегатов силовой установки вертолета (вентиляторов, приводов агрегатов электро-, масло-, гидросистем и т.п.).

В общем случае нагруженность ВТ определяют следующие виды нагрузок:

- крутильная (постоянная и переменная) — основная нагрузка, определяющая геометрические параметры валов, муфт;
- изгибная (постоянная и переменная);
- продольное сжатие (растяжение);
- вибронагрузка;
- температурная.

Выбор параметров вала РВ

- Передаваемый момент:

$$\left(M_{\text{кр}} \right)_{\text{разр}} = \frac{N_{\text{РВ}} n_{\text{э}} f}{\omega_{\text{вал}} z}$$

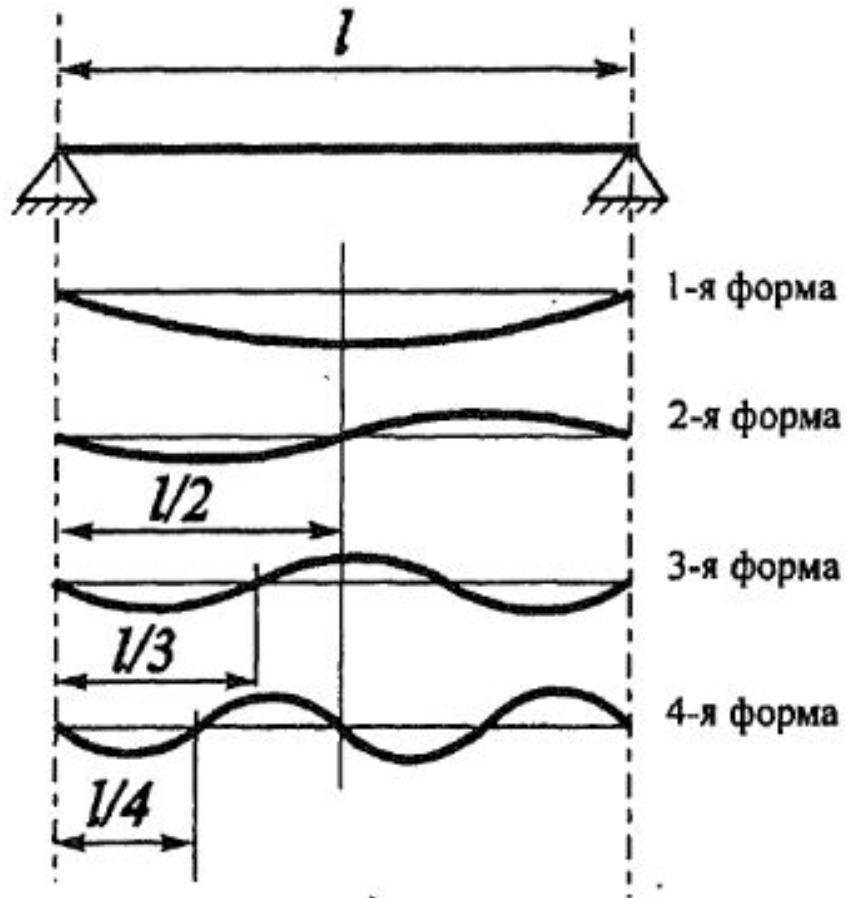
- Толщина трубы:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{2 \left(M_{\text{кр}} \right)_{\text{разр}}}{\pi \bar{d}^2 \tau_{\text{доп}}}}$$

- Для труб из дюралюмина:

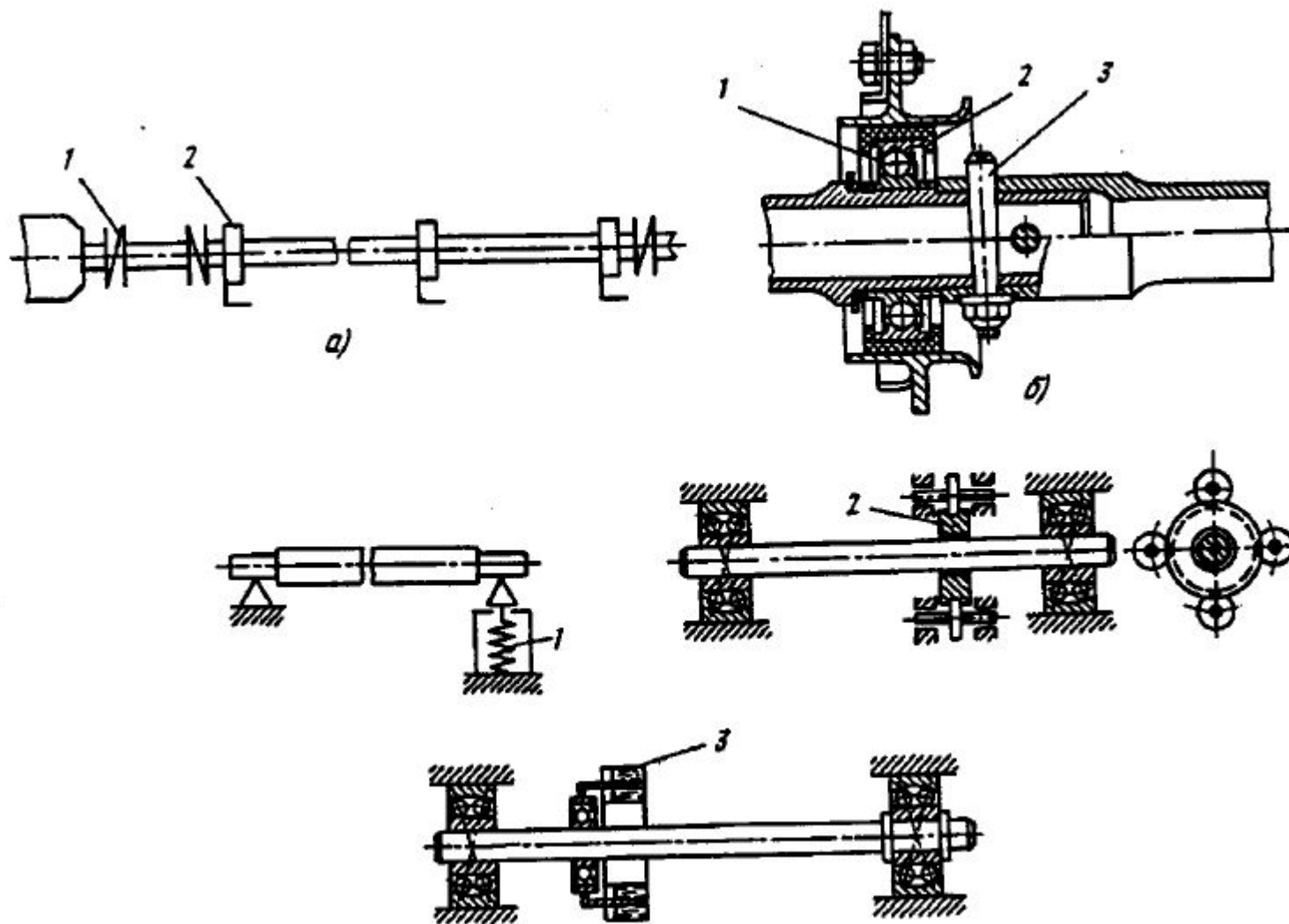
$$\tau_{\text{доп}} = 26,4 - \frac{0,06 l}{d} - 0,035 \left(\bar{d} \right)^2$$

Критическая угловая скорость вращения валов



$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad c = \frac{kEI}{l^3}$$

Типы валов



Муфты

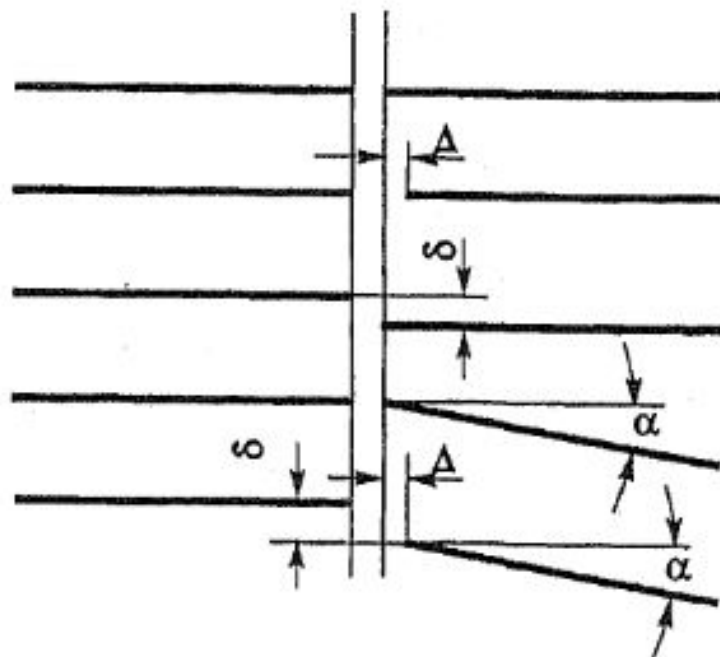
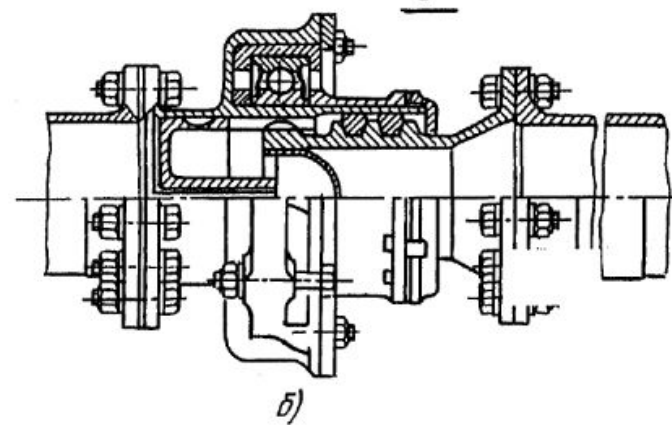
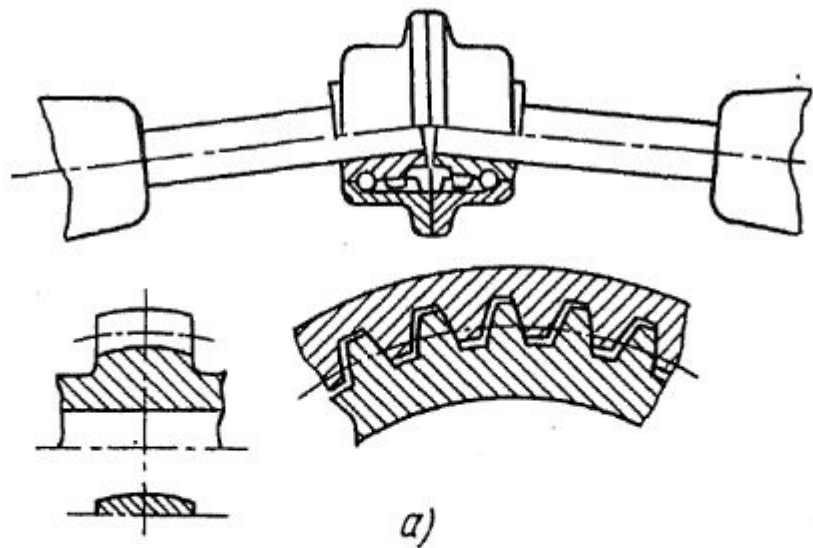


Рис. 4.9.1. Виды возможных
смещений осей валов,
соединяемых муфтами:
 Δ — осевые; δ — радиальные;
 α — угловые

В ВТ применяются следующие типы угловых и линейных компенсаторов:

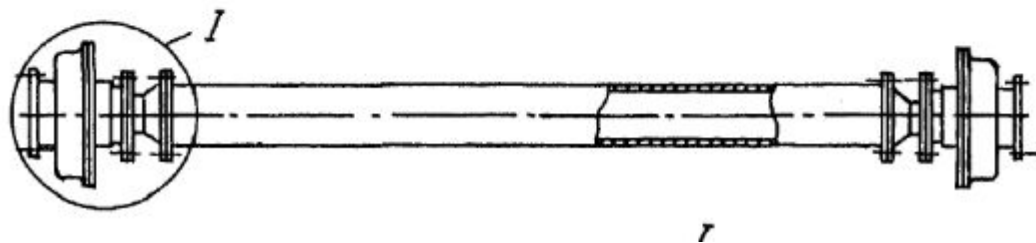
- зубчатые;
- шарнирные (карданные) со шлицевым соединением;
- упругие с использованием неметаллических элементов (втулок, блоков);
- упругие с использованием металлических элементов.

Зубчатые муфты

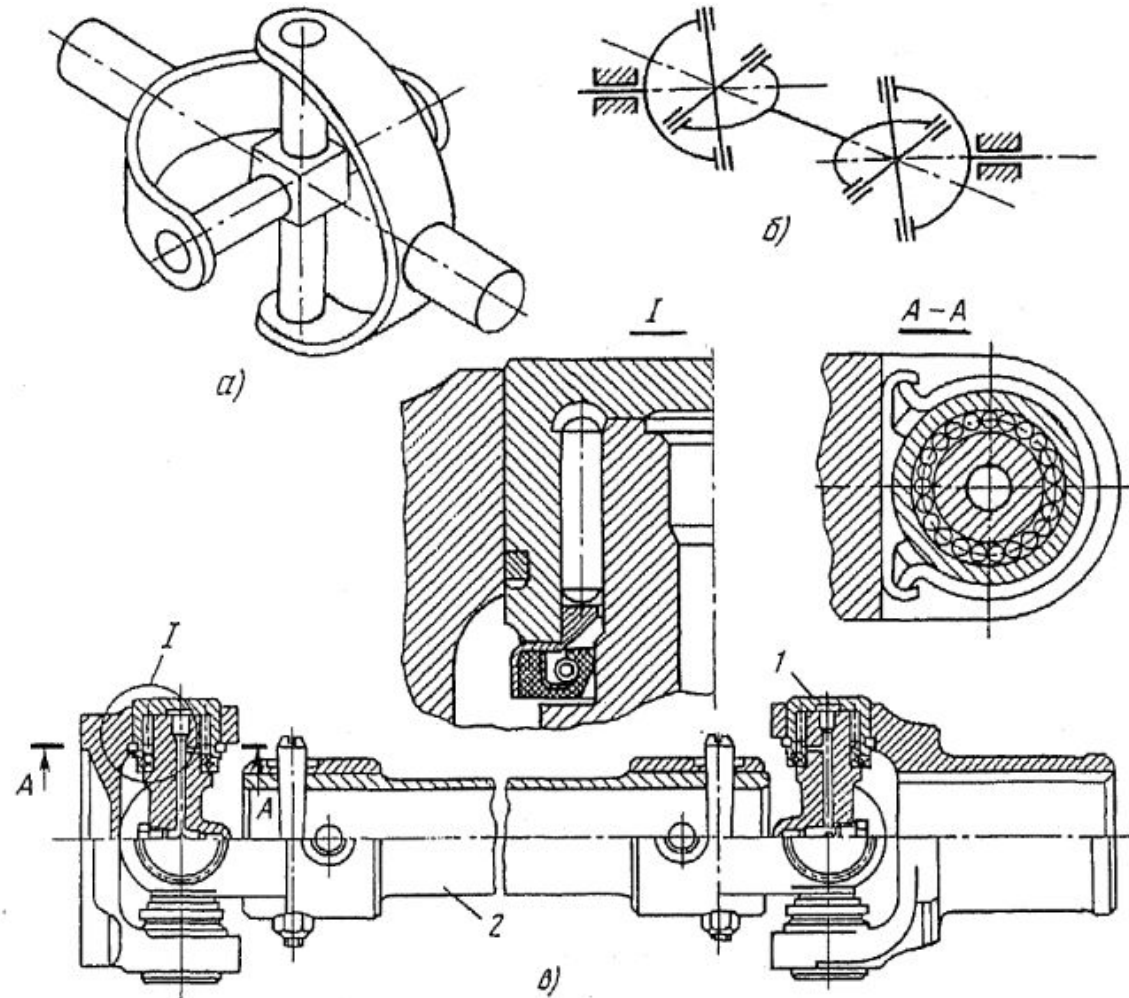


$$M_{\text{кр.расч}} \leq k_1 k_2 M_{\text{кр}}$$

$$M_{\text{кр.мах}} \leq 2 M_{\text{кр}}$$



Жесткий карданный механизм



$$\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{\cos \gamma}{1 - \sin^2 \gamma \cos^2 \alpha}$$

$$k = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_0} = \operatorname{tg} \gamma \sin \gamma$$

$$k \approx \gamma^2$$

Муфта с упругими металлическими дисками

