

05, май 2016

УДК 621.454.3.054.4

Методика расчета люфта кинематической цепи рулевого привода поворотного управляющего сопла

*Межова М.П., студент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Ракетные двигатели»*

*Научный руководитель: Андреев Е.А., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Ракетные двигатели»*

*Научный руководитель: Баранов К.Н.,
Россия, 127276, г. Москва, АО «Корпорация «МИТ»
daj@bmstu.ru*

Для того чтобы правильно спроектировать кинематическую цепь рулевого привода (РП), связывающую подвижную (ПЧ) и неподвижную (НПЧ) части поворотного управляющего сопла (ПУС), важно точно определить имеющиеся в ней люфты.

Условные обозначения и определения.

Исходные величины:

- $A_{ном}$ - номинальное значение диаметра отверстия или вала;
- ΔB – значение верхнего предельного отклонения параметра;
- ΔH – значение нижнего предельного отклонения параметра.

Выходные величины:

- A – среднее значение диаметра отверстия или вала;
- ΔA - среднее значение предельного отклонения параметра;
- L – среднее значение люфта кинематической цепи

«НПЧ – ПЧ ПУС», приведенное к штоку РМ;

- ΔL – значение предельного отклонения люфта;
- δ_L - среднее значение люфта кинематической цепи «НПЧ – ПЧ ПУС»,

приведенное к оси ПЧ ПУС;

- $\Delta \delta_L$ – значение предельного отклонения люфта.

Типичная расчетная схема кинематической цепи «НПЧ – ПЧ ПУС» представлена на рисунке 1.

Типичные конструктивные схемы шарниров представлены на рисунках 2 – 5.

При значительных углах отклонения оси ПЧ ПУС (более 6^0) рекомендуется в качестве шарнира № 5 использовать карданное сочленение.

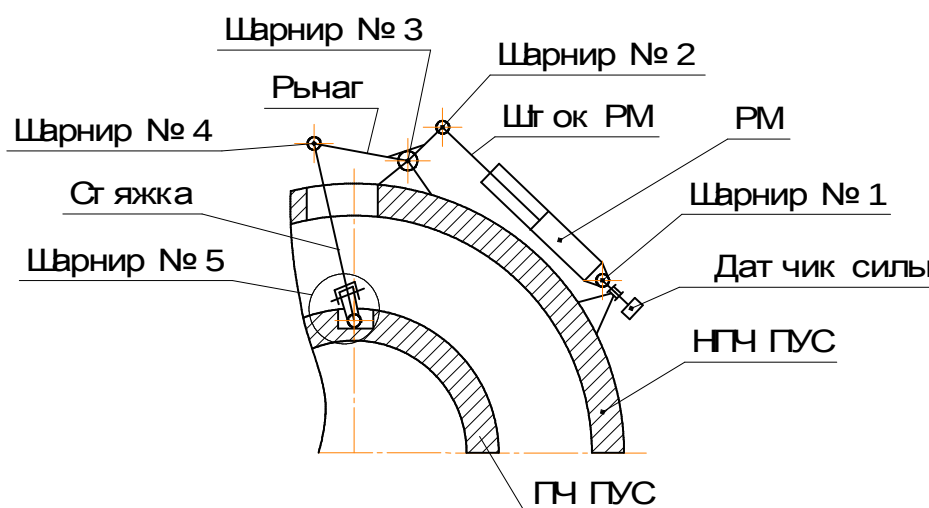


Рис. 1 Расчетная схема кинематической цепи «НПЧ – ПЧ ПУС»

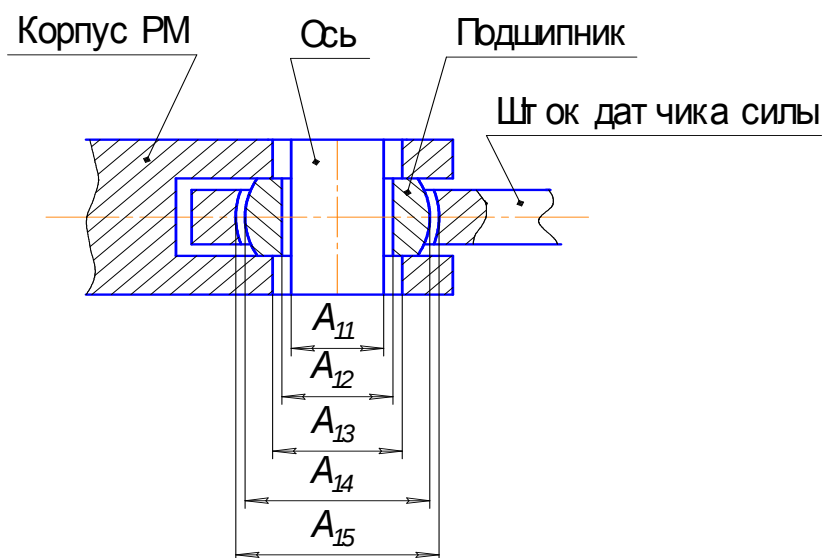


Рис. 2. Шарнир №1

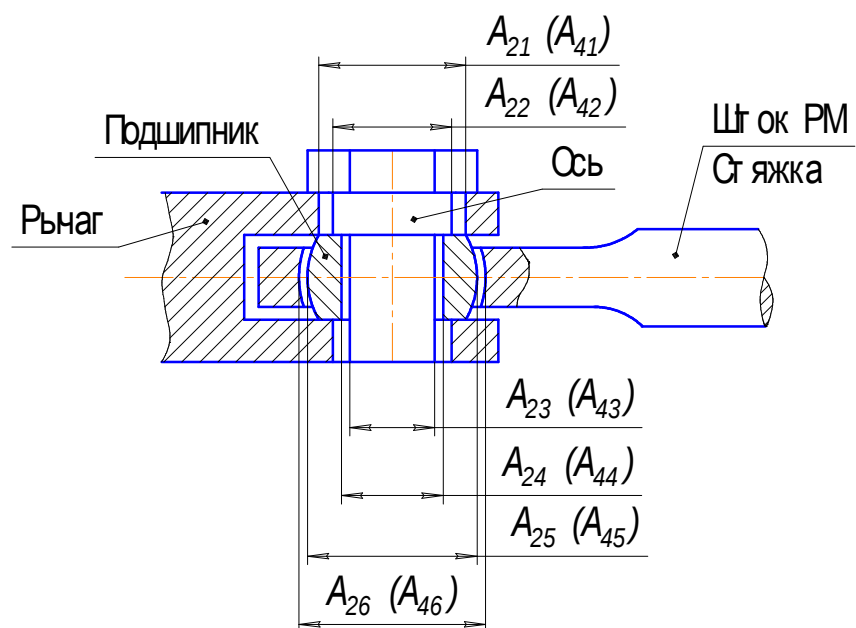


Рис. 3. Шарнир №2 (4)

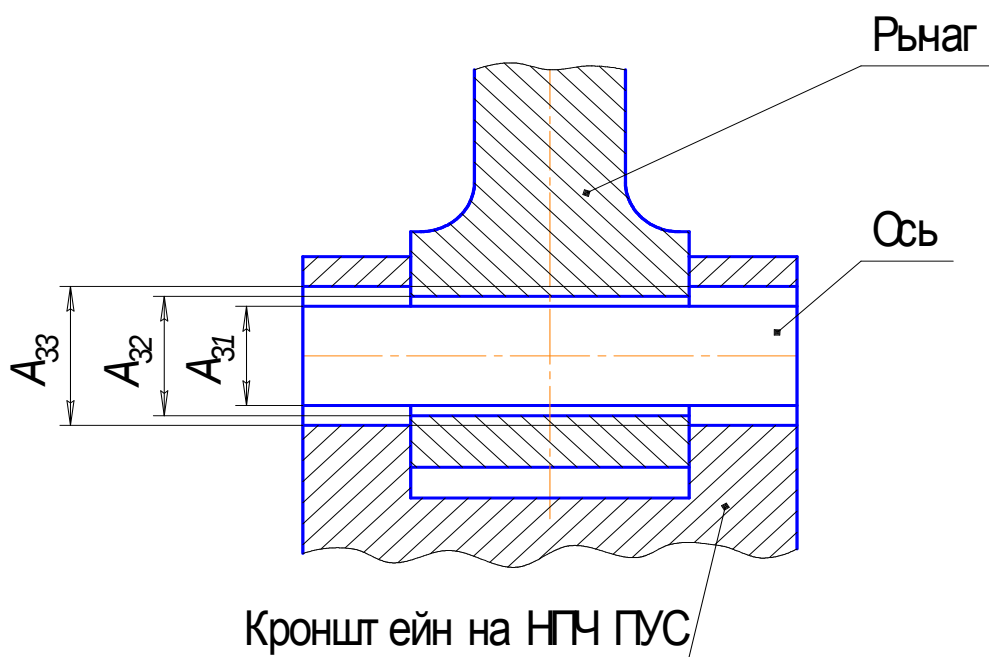


Рис. 4. Шарнир №3

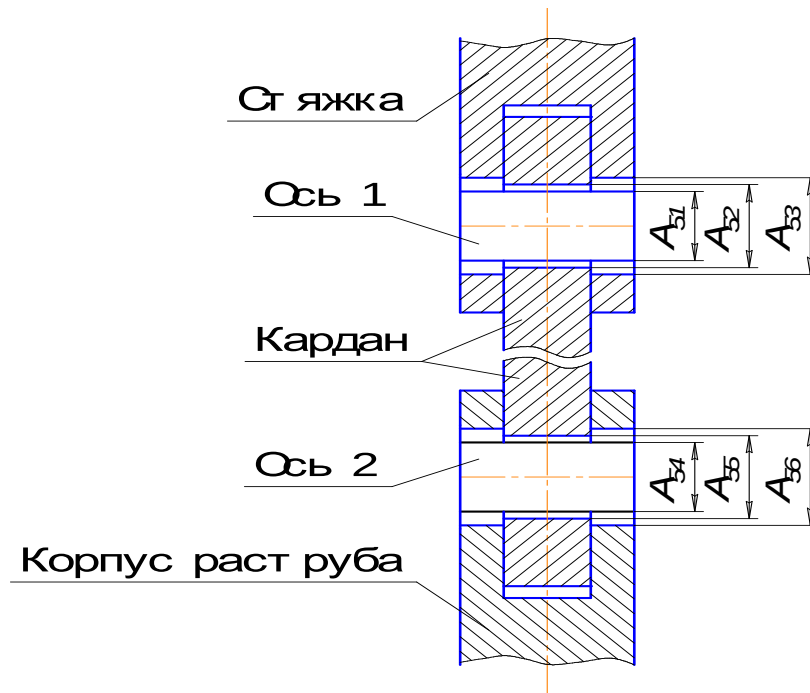


Рис. 5. Шарнир №5

Расчётные зависимости

Среднее значение диаметра отверстия или вала и предельное отклонение

$$A = A_{\text{ном}} + \frac{\Delta B + \Delta H}{2}$$

$$\Delta A = \frac{\Delta B + \Delta H}{2}.$$

Значение люфта РМ (L_{PM}) и его предельное отклонение (ΔL_{PM}) определяет предприятие-разработчик КД на РМ.

Среднее значение люфта системы «РМ-ПЧ ПУС» и предельное отклонение, приведенные к штоку РМ

$$L = L_{PM} + L_1 + L_2 + L_3 + c_{cp} \cdot (L_4 + L_5)$$

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta L_{PM})^2 + (\Delta L_1)^2 + (\Delta L_2)^2 + (\Delta L_3)^2 + c_{CP}^2 \cdot (\Delta L_4^2 + \Delta L_5^2) + c_{CP}^2 \cdot (L_4^2 + L_5^2) + 2 \cdot c_{CP} \cdot \Delta c_{CP} \cdot (L_4 \cdot \Delta L_4 + L_5 \cdot \Delta L_5)};$$

$$c_{cp} = \frac{r}{R}$$

$$c_{max} = \frac{r_{max}}{R_{min}}$$

$$c_{min} = \frac{r_{min}}{R_{max}}$$

$$\Delta c_{cp} = \frac{(c_{max} - c_{min})}{2}$$

Среднее значение люфта системы «РМ-ПЧ ПУС» и предельное отклонение, приведенные к оси ПЧ ПУС

$$\delta_L = \frac{L}{k_{MIN}}$$

$$\Delta\delta_L = \frac{\Delta L}{k_{MIN}},$$

k_{MIN} – приведенное плечо

На основании данной методики можно заключить, что при выполнении посадочных мест шарниров по качеству 11 максимальное значение люфта системы составит 8'.

Список литературы

- [1] Антонов Р.В., Гребенкин В.И., Кузнецов Н.П., Мокрушин Б.С., Черепов В.И., Храмов С.Н. Органы управления вектором тяги твердотопливных ракет: расчет, конструктивные особенности, эксперимент / под ред. Н.П. Кузнецова. М.: Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006 522 с.: ил.
- [2] Соломонов Ю.С. Твердотопливные регулируемые двигательные установки / под ред. А.М. Липанова, Ю.С. Соломонова. М.: Машиностроение, 2011. 416 с.: ил.
- [3] Шишков А.А., Панин С.Д., Румянцев Б.В. Рабочие процессы в ракетных двигателях твердого топлива: справ. М.: Машиностроение, 1989. 239 с.: ил.