



ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕХАНИЗМЕ ПРИВОДА ПОРШНЕЙ РАДИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

В статье приведено исследование процесса работы радиально-поршневой гидромашины с кулисным механизмом с плоской направляющей, в котором движение от эксцентрика вала к поршням передается через обойму, выполненную в виде многогранника и совершающую сканирующее плоскопараллельное движение. На основании анализа ориентации обоймы относительно корпуса и контакта в паре «палец – кольцо» определены траектории точек контакта и величины проскальзывания при различных радиусах пальцев.

Радиально-поршневая гидромашина, механизм привода поршней, обойма, палец, кольцо, траектория, контакт.

Одним из направлений совершенствования объемных гидромашин является повышение давления жидкости, где широкое применение находят радиально-поршневые машины с клапанным распределением жидкости. В них применяется эксцентриковый приводной механизм поршней и опоры качения. В машиностроении, и в частности в металлорежущих станках, получили широкое применение радиально-поршневые гидравлические машины с клапанным распределением жидкости, которые позволяют создавать высокое давление и за счет этого обеспечить необходимые технические характеристики привода при минимальных габаритных размерах и массе. В таких машинах применяется эксцентриковый приводной механизм поршней. Для повышения механического КПД гидромашины в механизме привода поршней применяются опоры качения.

В ВоГУ разработана конструкция радиально-поршневой гидромашины, в которой за основу взят кулисный механизм с плоской направляющей. Движение от эксцентрика вала передается к поршням через обойму, выполненную в виде многогранника и совершающую сканирующее плоскопараллельное движение. В работе [1] описано устройство и принцип действия этого механизма, а также произведен геометрический и кинематический анализ движения обоймы и вала и на его основе подтверждена работоспособность указанного механизма. Вместе с тем не исследованы контактные процессы пары «палец – кольцо» и возможность проскальзывания в этих соединениях.

Рассмотрим ориентацию граней звездочки относительно системы, связанной с корпусом (рис. 1).

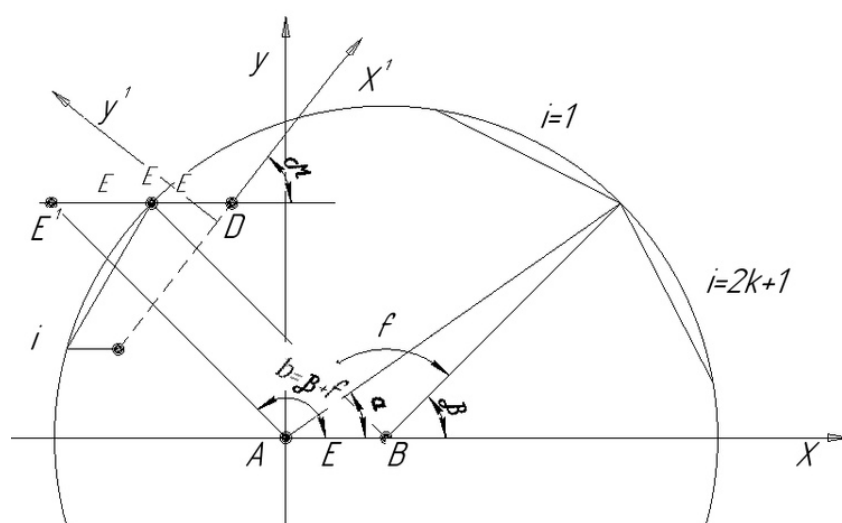


Рис. 1. Ориентация граней звездочки относительно системы, связанной с корпусом

Положим $\varphi_0=0$ и рассмотрим угол α , задающий в такой системе грань с номером 1. Всего $2k+1$ граней.

Найдем для грани i координаты точки Д в начальном (и любом другом, т.к. она неподвижна) положении:

$$\beta = \alpha + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R};$$

$$\gamma = \frac{2\pi}{2k+1}(i+1);$$

$$\delta = \beta + \gamma + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R} + \frac{2\pi}{2k+1}(i-1); \quad R = BE.$$

Координаты точки E: $(R \cos \delta, R \sin \delta)$.

Координаты точки Д:

$$(R \cos(\alpha + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R} + \frac{2\pi}{2k+1}(i-1)) + 2\varepsilon;$$

$$R \sin(\alpha + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R} + \frac{2\pi}{2k+1}(i+1)).$$

Тогда траектория точки E в системе, связанной с корпусом, будет

$$x = R \cos(\alpha + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R} + \frac{2\pi}{2k+1}(i-1)) + 2\varepsilon + \varepsilon \cos(-\varphi(t) + \pi);$$

$$y = R \sin(\alpha + \arcsin \frac{\varepsilon \sin \alpha}{R} + \frac{2\pi}{2k+1}(i-1)) + \varepsilon \sin(-\varphi(t) + \pi),$$

или

$$x = \varepsilon \varphi(t) \sin(-\varphi(t) + \pi);$$

$$y = -\varepsilon \varphi(t) \cos(-\varphi(t) + \pi).$$

Рассмотрим траекторию той же точки в другой неподвижной системе (x', y') .

$$\mu = \beta + \frac{\pi}{2k+1} + (i+1) \frac{2\pi}{2k+1} - \frac{\pi}{2} = \beta + \pi \frac{4i - 2k - 3}{2k+1}.$$

Тогда

$$(x' = \varepsilon \cos(\varphi(t) + \pi) \cos \mu + \varepsilon \sin(-\varphi(t) + \pi) \sin \mu;$$

$$y' = -\varepsilon \cos(\varphi(t) + \pi) \sin \mu + \varepsilon \sin(-\varphi(t) + \pi) \cos \mu.$$

Составляющие скоростей точек грани i на направления, параллельное и перпендикулярное грани (в не-

подвижной системе, т.е. абсолютные), будут соответственно:

$$x' = \varepsilon \varphi(t) \sin(-\varphi(t) + \pi) \cos \mu - \varepsilon \varphi(t) \cos(-\varphi(t) + \pi) \sin \mu;$$

$$y' = \varepsilon \varphi(t) \sin(-\varphi(t) \cos(-\varphi(t) + \pi) \cos \mu.$$

Определим величину проскальзывания при различных радиусах пальцев, траектории точек контакта пальца и кольца: $(t+\pi) \sin \mu - E \varepsilon \varphi$.

При повороте системы на угол t (рис. 2) дуга между точками контакта С и С' пальца 0 есть rt . Та же дуга CC'' и между точками контакта кольца, т.е. $R \varphi = rt$ или $\varphi = \frac{r}{R} t$. Точка В диаметрально точке С''. Точка контакта В в новом положении и А'' – новая точка контакта пальца 0_1 .

В исходном положении: О (0;0);

O_1 (0, $2R-r-r_1$); A_1B (0, $2R-r$); С (0, $-r$).

В новом положении:

О (0,0); С' ($r \sin t, r \cos t$); С'' [$2R \cos t (1 - \frac{r}{2R}) \sin \frac{r}{2R} - r \sin t$;

$$-2R \sin t (1 - \frac{r}{2R}) \sin \frac{r}{2R} - r \cos t];$$

$$O_1' [(2R-r-r_1) \sin t, (2R-r-r_1) \cos t];$$

$$B' [2R \sin t (1 - \frac{r}{2R}) \cos \frac{r}{2R} - r \sin t, 2R \cos t (1 - \frac{r}{2R}) \cos \frac{r}{2R} - r \cos t].$$

Кольцо радиуса R.

Пусть, например, палец О катится без скольжения, т.е.

$$OO_1 = L; \quad C'C = 2t; \quad A'A'' = r_1 t; \quad \Delta r = r - r_1;$$

$$\Delta S_{\text{кольца}} = S_{\text{кольца}} - A'A''; \quad S_{\text{кольца}} = rt.$$

Угол поворота O_1 задается (он закреплен в звездочке) поворотом самой звездочки относительно корпуса, откуда легко находится величина проскальзывания.

ΔS – разность длин дуг, одна из которых есть дуга между точками контакта на пальце, другая – дуга между точками контакта на кольце. Тогда: $\Delta S = (r - r_1)t = \Delta r t$, т.е. проскальзывание пропорционально t с коэффициентом Δr .

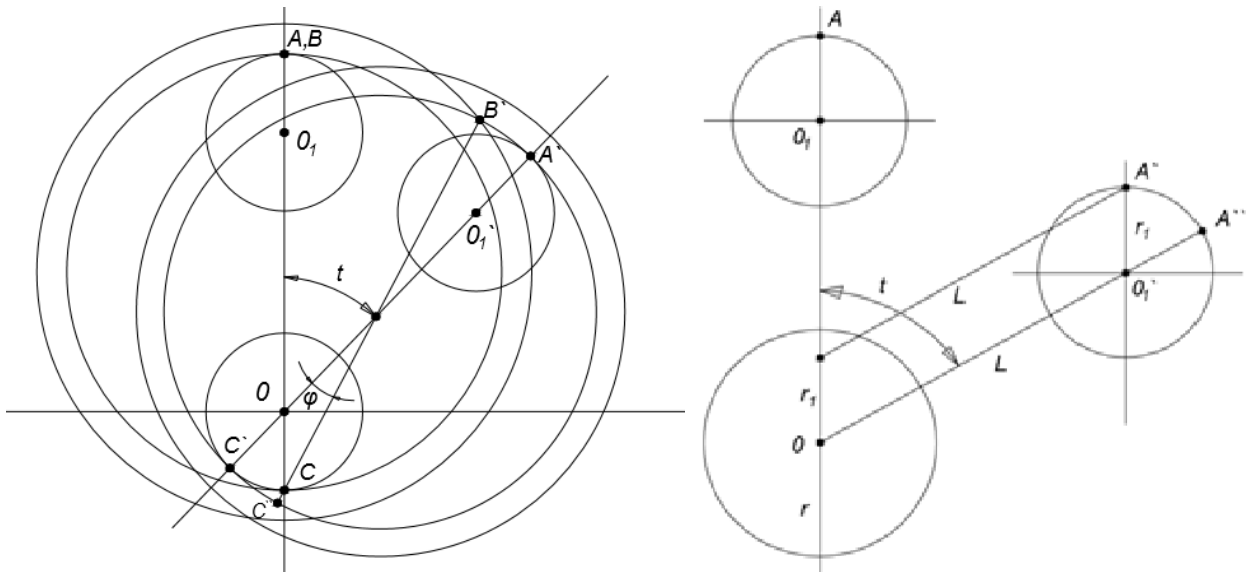


Рис. 2. Схема контакта пальцев и кольца

Литература

1. Колпаков, В. Н. Кинематическое исследование механизма привода поршней радиально-поршневой гидравлической машины / В. Н. Колпаков // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и

металлургического производства, технология и надежность машин, приборов и оборудования : материалы двадцатой Международной научно-технической конференции. – Вологда : ВоГУ, 2019. – С. 53–57.

V.N. Kolpakov

Vologda State University

STUDY OF CONTACT PROCESSES IN DRIVE MECHANISM OF PISTON IN RADIAL-PISTON HYDRAULIC MACHINE

The article contains the process of operation of a radial-piston hydraulic machine with a rocker mechanism with a flat guide rail, in which the movement from the shaft eccentric to the pistons is transmitted through a holder made in the form of a polyhedron and performing scanning plane-parallel motion. Based on the analysis of the orientation of the holder relative to the body and the contact in the pair "fingers – ring", the trajectories of the points of contact and the amount of slip at different radii of the fingers are determined.

Radial-piston hydraulic machine, piston drive mechanism, holder, finger, ring, trajectory, contact.