Её центр расположен в точке O_1 с координатами

$$u_{O_1} = u_P - 0,5\left(x'_{p\varsigma}\sin\varsigma - y'_{p\varsigma}\cos\varsigma\right);$$

$$v_{O_1} = v_P + 0,5\left(x'_{p\varsigma}\cos\varsigma + y'_{p\varsigma}\sin\varsigma\right).$$

Эта окружность носит название «поворотная окружность», или «окружность перегибов», а круг, ею ограниченный, – «поворотный круг», или «круг Лагира».

При $s'_{p\varsigma} = 0$ круг Лагира стягивается в точку P (происходит вращение вокруг постоянного центра P), а при $s'_{p\varsigma} = \infty$ (поступательное движение) радиус круга равен бесконечности (круг обращается в прямую τ-τ).

Геометрическое место центров окружности назовём «поворотной центрисой», или «центрисой перегибов».

СВОЙСТВА КРУГА ЛАГИРА

Соколов Г.М., Самсонова А.О., Чернова А.А.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: adirrozka@mail.ru

Рассмотрим свойства круга Лагира (поворотного круга, или круга перегибов).

Свойство 1. Разность алгебраических значений кривизны подвижной и неподвижной центроид в любой точке их сопряжения равна половине алгебраического значения кривизны окружности перегибов.

Связь между радиусами кривизны неподвижной и подвижной центроид

$$1/\rho_{нц} - 1/\rho_{пц} = 1/s'_{p\varsigma},$$

где $\left|s'_{p\varsigma}\right| = d_{1л} = 2r$ – диаметр круга Лагира. Поэтому

$$k_{пц} - k_{нц} = 0,5k_л,$$

где $k_{пц}$ – кривизна подвижной центроиды; $k_{нц}$ – кривизна неподвижной центроиды, $k_л$ – кривизна окружности перегибов.

Свойство 2.

1 случай. $\rho_{пц}\rho_{нц} > 0$ – внутреннее касание центроид. Круг Лагира и центроиды лежат по отношению к их общей касательной с одной стороны. При этом, если $\rho_{нц} = \infty$, то $r_л = 0,5\rho_{пц}$ и полюс поворота K совпадает с центром кривизны подвижной центроиды $O_{пц}$; если $\rho_{пц} = \rho_{нц}$, то круг Лагира отсутствует ($r_л = \infty$).

2 случай. $\rho_{пц}\rho_{нц} < 0$ – внешнее касание центроид. Центроиды разделены касательной τ-τ, круг Лагира и подвижная центроида лежат с одной стороны по отношению к ней. При этом, если $\rho_{пц} = -\rho_{нц}$, то $r_л = 0,25\rho_{нц}$; если $\rho_{нц} = \infty$, то $r_л = 0,5\rho_{пц}$ и полюс поворота K совпадает с центром кривизны подвижной центроиды.

Таким образом, обе центроиды и круг Лагира имеют общие касательную *τ-τ* и нормаль *n-n* в точке *P*. Круг Лагира всегда расположен со стороны подвижной центроиды.

Свойство 3. Окружность перегибов разделяет подвижную плоскость на области по признаку знака кривизны их траекторий. Радиус кривизны точки *M*, для которой мгновенный радиус равен *r* и Э – прямая (прямая экстремумов) составляет угол φ с общей нормалью к центроидам (рис. 1) $\rho_M = r^2/(r - d_1\cos\phi)$. Знак ρ_M зависит от знака знаменателя.

При $r - d_1\cos\varphi > 0$ траектории точек подвижной плоскости, лежащих за пределами круга Лагира, к мгновенному центру вращения *P* обращены вогнутостями, а при $r - d_1\cos\varphi < 0$ (внутри круга Лагира) – выпуклостями. При $r - d_1\cos\varphi = 0$ $\rho_M = \infty$ (точка перегиба).

Свойство 4. Любая близлежащая к окружности перегибов точка подвижной плоскости в произвольном положении последней может входить в круг Лагира или выходить из него, соответственно, под острым углом ($0 < \varphi < \pi/2$), кроме точек *P* ($\varphi = \pi/2$) и *K* ($\varphi = 0$).

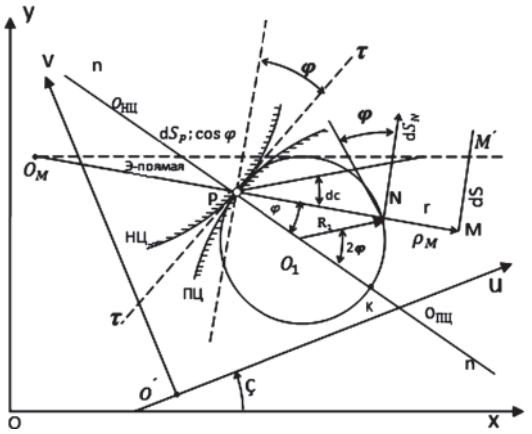


Рис. 1

Свойство 5. Геометрическое место центров кривизны траекторий точек окружности *F*, касающейся в точке *P* прямой τ-τ, является также окружностью, касающейся этой прямой в той же точке. Радиус окружности *E* и её положение зависят от отношения диаметров окружности *F* и круга Лагира (рис. 2). Положим, диаметр окружности *F* равен $d_F = nd_1$. Возможны случаи.

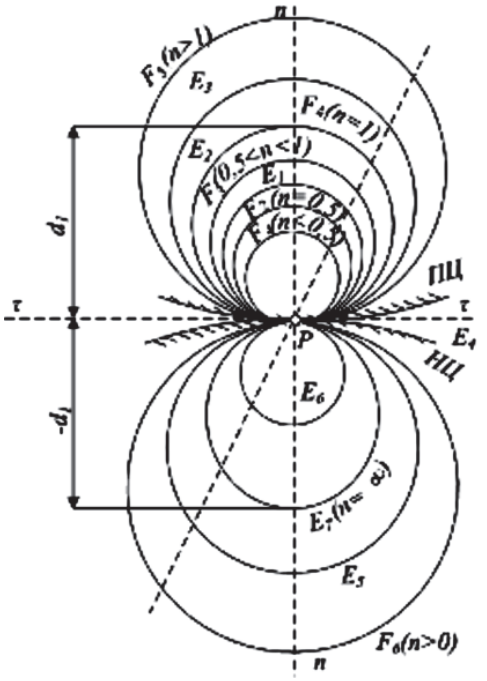


Рис. 2

1 случай. При $n < 1$ окружность *F* лежит внутри круга Лагира. Диаметр окружности *E* $d_E = nd_1/(1 - n)$. Окружность *E* и круг Лагира расположены относительно прямой τ-τ с одной стороны. При $n = 0,5$ $d_E = nd_1$ (пара $F_2 - E_2$), т.е. окружность *E* совпадает с поворотной окружностью. При $n < 0,5 d_E < d_1$ ($F_1 - E_1$), а при $n > 0,5 d_E > d_1$ ($F_3 - E_3$).

2 случай. При $n > 1$ окружность *F* лежит вне круга Лагира, находясь с ним с одной стороны по отношению к τ-τ, $d_E = nd_1/(1 - n)$. Окружность *E* и круг Лагира лежат по разные стороны от τ-τ, при этом $\left|d_E\right| > d_1$ (). Если $n = 1$, то окружность *E* вырождается в прямую τ-τ ($F_4 - E_4$).

3 случай. Для точек, находящихся с другой стороны от прямой τ-τ относительно круга Лагира, $d_E = nd_1/(1 + n)$. Если $0 < n \le 1$, то $\left|d_E\right| < d_1$ ($F_6 - E_6$).

При $n = \infty$ $d_F = d_1$, т.е. окружность E является границей областей центров кривизны траекторий точек, лежащих вне круга Лагира, разделённых прямой τ-τ (E_7).

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА С ДВОЙНЫМ ПОЛЗУНОМ

Соловьев А.С., Дворников Л.Т.

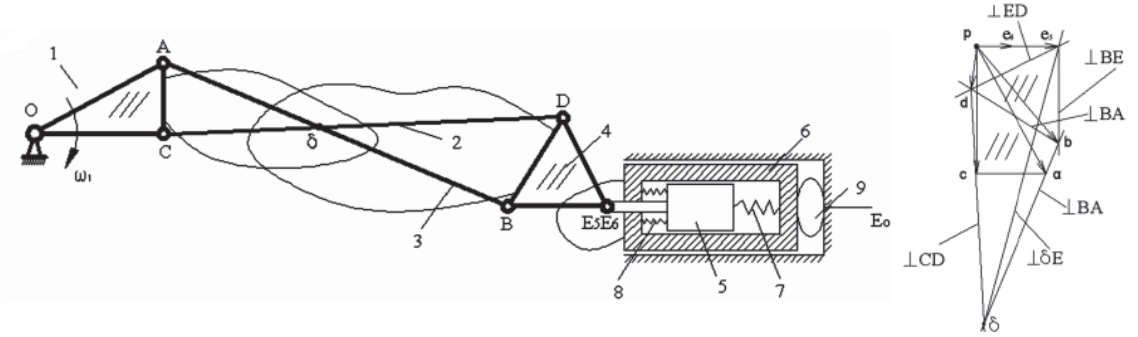
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: antoan29@mail.ru

Автором настоящего доклада «Кривошипно-ползунный механизм с двойным ползуном» (рисунок *а*) запатентован в 2010 г. [1]. При задании движения трехпарному кривошипу 1, он через сдвоенный шатун 2 и 3 воздействует на трехпарное звено 4, передающее движение на сдвоенный ползун 5, 6, в котором установлен упругий элемент 7. Когда ползун 6 упирается в объект прессования 9, ползун 5 имеет возможность двигаться относительно неподвижного ползуна и позволяет кривошипу 1 делать полный проворот.

Точка пересечения шатунов является точкой Ассура для звеньев 1 и 4.

Найдем скорости точек А и С кривошипа

$$\bar{V}_A = \omega_1 \cdot l_{OA}, \quad \bar{V}_C = \omega_1 \cdot l_{OC}.$$



а б

КПМ с двойным ползуном и план его скоростей

Скорость особой точки δ можно найти из уравнений

$$\bar{V}_\delta = \bar{V}_A + \bar{V}_{\delta A}; \quad \bar{V}_{\delta A} \perp \delta A,$$

$$\bar{V}_\delta = \bar{V}_C + \bar{V}_{\delta C}; \quad \bar{V}_{\delta C} \perp \delta C$$

и построить на плане (рисунок, *б*).

Точка Е как и точка δ принадлежит звену 4 и ее скорость определиться как

$$\bar{V}_{E_5} = \bar{V}_\delta + \bar{V}_{E_5\delta}; \quad \bar{V}_{E_5\,\delta} \perp E\delta,$$

$$\bar{V}_{E_5} = \bar{V}_{E_5E_0}; \quad \bar{V}_{E_5E_0} \| E_0E.$$

Она направлена параллельно движению ползуна 6. Точка e_5, определяющая скорость движения ползуна 5, находится на пересечении линий, проведенных из точки δ перпендикулярно δE_5, и горизонтальной линии, выходящей из полюса плана. Далее легко найти скорости точек D и B. Конец вектора скорости движения точки e_6 шестого звена, т.е. рабочего ползуна может занимать любое положение между точками P и e_5 плана.

Список литературы

1. Патент на полезную модель «Кривошипно-ползунный механизм с двойным ползуном», заявка № 2010128671, приоритет от 09.07.2010 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДИАФРАГМЫ ВЫТЕСНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Солодилова Е.М., Глушков С.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, Самара, e-mail: ymnyashka@gmail.com

Работа посвящена моделированию функционирования диафрагмы – разделителя жидкостной и газовой полостей вытеснительной системы. В вытеснительных системах поступление топлива в камеру сгорания ракетного двигателя обеспечивается давлением наддува в топливных баках, создаваемое сжатым газом, чаще всего азотом или гелием. Известны вытеснительные системы подачи компонентов топлива для жидкостных ракетных двигателей, которые содержат баки горючего и окислителя, соединенные с газовым аккумулятором давления и камерой сгорания через пускоотсечные клапаны и регулировочные шайбы [1]. Из схемы подачи топлива исключается турбонасосный агрегат, а компоненты топлива поступают из баков прямо на главные клапаны ракетного двигателя. Давление в топливных баках при вытеснительной подаче должно быть выше, чем в камере сгорания. Преимуществами вытеснительной системы является простота конструкции и скорость реакции двигателя на команду пуска, особенно, в случае использования самовоспламеняющихся компонентов топлива. Такие двигатели служат для выполнения маневров космических аппаратов в космическом пространстве. Вытеснительная система была применена во всех трёх двигательных установках лунного корабля Аполлон — служебной (тяга 9 760 кГс), посадочной (тяга 4 760 кГс), и взлётной (тяга 1 950 кГс) [2].

Типовая вытеснительная система состоит из нескольких баков с компонентами топлива (с горючим и окислителем), шар-баллонов, заполненных рабочим газом, магистралей, клапанов и прочей арматуры.

Топливный бак представляет собой шарообразную конструкцию, сваренную из двух штампованных и механически обработанных полусфер (рис. 1), приваренных к шпангоуту. В каждой полусфере имеется штуцер для подвода рабочего газа и опорожнения компонентов топлива. Бак выполнен из алюминиевого сплава. В одной из полусфер установлен металлический разделитель полостей – диафрагма.

Диафрагма представляет собой штампованную конструкцию, выполнена из технически чистого алюминия, что позволяет ей работать в области пластических деформаций без разрушения (это является условием обеспечения герметичности между газовой и жидкостной полостями).

Диафрагма является ответственным элементом, к которому предъявляются высокие требования обеспечения надежности. Из каждой партии диафрагм несколько единиц подвергаются наземным испытаниям как отдельно, так и в составе топливного бака.

В работе описаны результаты проведения вычислительного эксперимента по испытанию диафрагмы с помощью универсального МКЭ-пакета ANSYS.