

КИНЕМАТИКА АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ МАШИН

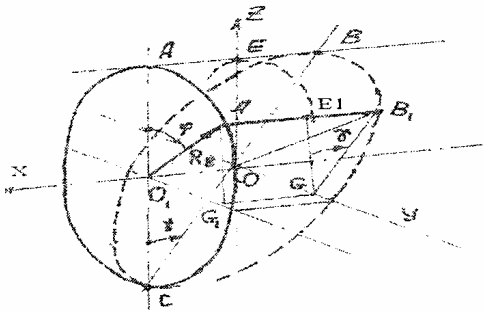


Рис. 1. Кинематическая схема механизма с наклонным диском

Аксиально-поршневые насосы находят в настоящее время широкое распространение в гидроприводе. Различают два типа этих машин: с наклонным упорным диском и с наклонным блоком цилиндров. Для определения мгновенных расходов необходимо рассмотреть кинематику движения единичного поршня. Для этого построим схему механизма (рис. 1).

Допустим, что точка В контакта поршня с упорным диском лежит на его оси. Обозначим радиус делительной окружности блока:

$$R_b = \frac{D_b}{2} = O_1A \quad (1)$$

Построим трёхкоординатную систему XOYZ, ось OX направим по оси вращения блока цилиндров, а начало координат поместим в точке O на поверхности упорного диска (рис. 1). Повернём диск на угол γ относительно оси OY и проведём главную нормаль OB. При вращении блока точка контакта В описывает на поверхности упорного диска некоторую траекторию. Когда блок повернётся на угол φ от начального положения, точка контакта В займёт положение В1. Очевидно, что осевое перемещение поршня равно:

$$x = \overline{AB} - \overline{A_1B_1}, \quad (2)$$

где

$$\overline{AB} = 2R_b \operatorname{tg} \gamma \quad \text{и} \quad \overline{A_1B_1} = \overline{A_1E_1} + \overline{E_1B_1} = R_b \operatorname{tg} \gamma + \overline{E_1B_1}. \quad (3)$$

Из треугольника E1GB1 следует:

$$\overline{E_1B_1} = \overline{GE_1} \operatorname{tg} \gamma. \quad (4)$$

Согласно построению: $\overline{GE_1} = \overline{G_1A_1}$, и поэтому, $\overline{GE_1} = R_b \cos \varphi$.

Подставим этот результат в формулу (4). Тогда с помощью формул (3) и на основании (2), получим:

$$x = R_b (1 - \cos \varphi) \operatorname{tg} \gamma.$$

Дифференцируя это выражение, найдём относительную скорость движения поршня:

$$V_p = \omega R_b \operatorname{tg} \gamma \sin \varphi.$$

Мгновенный расход, вытесняемый одним поршнем, будет равен

$$Q_i = \frac{\pi d_p^2}{4} \omega R_b \operatorname{tg} \gamma \sin \varphi.$$

Если аксиально-поршневой насос имеет z поршней, то его мгновенная суммарная подача определяется следующей формулой:

$$Q_{si} = \frac{\pi d_p^2}{4} \omega R_b \operatorname{tg} \gamma \sum_{k=1}^{z_p} \sin[\varphi + (k-1)\alpha_z],$$

где k - порядковый номер поршня и суммирование происходит при φ меняющимся от 0 до π .

Второй тип рассматриваемых машин - аксиально-поршневые насосы с наклонным блоком цилиндров. Для рассмотрения кинематики пространственного механизма этого типа воспользуемся методом аналитической геометрии (рис. 2).

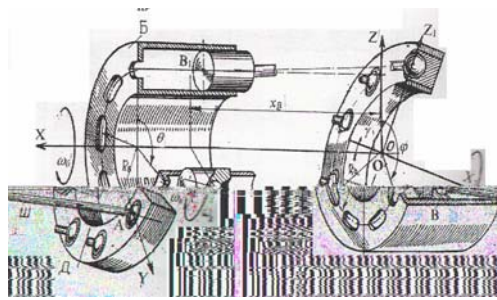


Рис. 2. Кинематическая схема механизма с наклонным блоком цилиндров

Общая постановка задачи заключается в том, что если обозначить координаты точек А и В:

$$\begin{aligned} x_A &= -R_o \sin \gamma \cos \varphi & x_B &= \text{искомая_координата} \\ y_A &= R_o \sin \varphi & y_B &= R_o \sin \theta \\ z_A &= R_o \cos \gamma \cos \varphi & z_B &= R_o \cos \theta \end{aligned}$$

где А - центр шатуна, а В - центр шарнира поршня (рис. 2), и использовать уравнение отрезка прямой линии:

$$L^2 = (x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2 + (z_A - z_B)^2,$$

то, решая его относительно X, получим перемещение поршня

$$x_B = x_A - \sqrt{L^2 - (y_A - y_B)^2 - (z_A - z_B)^2}.$$

Продифференцировав это уравнение, получим относительную скорость продольного движения поршня:

$$V_n = \frac{dx_B}{dt} = \frac{dx_A}{dt} - \frac{\frac{d}{dt}(y_A - y_B)^2 - \frac{d}{dt}(z_A - z_B)^2}{2\sqrt{L^2 - (y_A - y_B)^2 - (z_A - z_B)^2}}. \quad (5)$$

Обозначив вторую часть формулы через ΔV , получим краткую форму записи,

$$V_n = V_{0n} - \Delta V_n,$$

где

$$V_{0n} = R_o \omega_B \sin \gamma \sin \varphi.$$

Выводы. Полученное уравнение (5) позволяет получить закон для скорости перемещения поршня как функцию угла поворота вала, если определить значение величин $X_A, X_B, Y_A, Y_B, Z_A, Z_B$ методом аналитической геометрии в пространственной системе координат XYZ. Исследование этих соотношений показывает, что они зависят от способа передачи движения от вала к диску. Таких способов может быть три: ведение с помощью несилевого кардана, с помощью конической зубчатой передачи и шатунное ведение блока цилиндров. Анализ этих связей будет выполнен при дальнейших исследованиях.