## 3.5. Уравнения движения и динамическая модель машины

В состав рабочей машины согласно функциональной схеме (рис. 3.14) входят: двигатель (Д), передаточный механизм (ПМ – редуктор) и исполнительный механизм (ИМ) (как правило, рычажный механизм технологической машины).

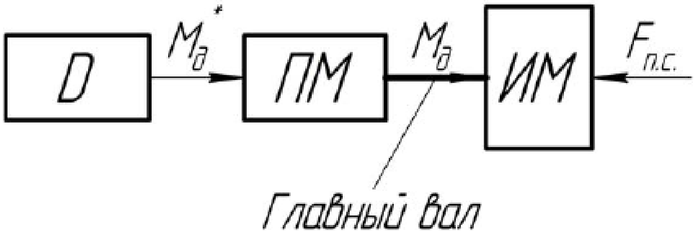


**Рис. 3.14**

Исполнительный механизм нагружен производственными сопротивлениями в виде силы $F_{пс}$ (или момента $M_{пс}$) и приводится в движение двигателем, момент $M_д^*$ которого преобразуется передаточным механизмом в движущий момент $M_д$ на главном валу машины. *Главным валом* считаем выходной вал редуктора и входной вал исполнительного механизма, которые после сборки образуют единое звено.

При динамическом исследовании механизма или машинного агрегата в третьей задаче необходимо составить дифференциальное уравнение движения звена приведения в форме

$$m\frac{dV}{dt} = m\frac{d^2x}{dt^2} = P_д - P_с$$

при поступательном движении звена приведения,

$$J\frac{d\omega}{dt} = J\frac{d^2\varphi}{dt^2} = M_д - M_с$$

при вращательном движении звена приведения, где $m$ — масса звена приведения; $x$ или $\varphi$ — перемещение; $t$ — время; $P_д$ — приведенная движущая сила; $P_с$ — приведенная сила сопротивления; $J$ — приведенный момент инерции подвижных масс механизма; $M_д$ — приведенный момент движущих сил; $M_с$ — приведенный момент сил сопротивления.

В многозвенном механизме или агрегате за звено приведения принимают звено, движение которого изучается в поставленной задаче. К выбранному звену приводят массы подвижных звеньев механизма и действующие силы.

Интегрируя составленное дифференциальное уравнение, определяют зависимости скорости

$$v = \frac{dx}{dt} \text{ или } \omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

и зависимость перемещения $x$ или $\varphi$ от времени. Произвольные постоянные следует определить из начальных условий.

Интегрирование уравнения движения можно выполнить аналитическим или графическим методом.

Скорость установившегося движения $\omega_у$ получают из соотношения $\omega = f(t)$ предельным переходом

$$\omega_у = \lim_{t \to \infty} f(t)$$

или используют условие, что при скорости установившегося движения движущий момент равен моменту сопротивления: $M_д(\omega_у) = M_с(\omega_у)$.

Рекомендуется все встречающиеся в работе уравнения решать сначала в буквенных выражениях, а затем в полученное равенство общего вида дать подстановку численных значений.

Выполненная контрольная работа оформляется в отдельной тетради, где записываются условия задач и их решения, а также указывается использованная литература и год издания заданий.

Для справок приводятся интегралы, встречающиеся при выполнении задач второй контрольной работы (произвольные постоянные опущены):

$$\int \frac{dx}{Ax + B} = \frac{1}{A} \ln \left| x + \frac{B}{A} \right|;$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{Ax + B}} = \frac{2}{A} \sqrt{Ax + B};$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{Ax^2 + Bx + C}} = \frac{1}{\sqrt{A}} \ln \left| 2\sqrt{A}\sqrt{Ax^2 + Bx + C} + 2Ax + B \right|,$$

где $A > 0$;

$$\int \frac{dx}{\sqrt{Ax^2 + Bx + C}} = -\frac{1}{\sqrt{-A}} \arcsin\left(\frac{2Ax + B}{\sqrt{B^2 - 4AC}}\right)$$

при $A < 0$ и $4AC - B^2 < 0$;

$$\int \frac{dx}{A^2 - x^2} = \frac{1}{2A} \ln \left| \frac{A + x}{A - x} \right|;$$

$$\int \frac{dx}{Ax^2 + Bx + C} = \frac{2}{\sqrt{4AC - B^2}} \operatorname{arctg}\left(\frac{2Ax + B}{\sqrt{4AC - B^2}}\right)$$

при $B^2 - 4AC < 0$;

$$\int \frac{dx}{Ax^2 + Bx + C} = \frac{1}{\sqrt{B^2 - 4AC}} \ln \left| \frac{2Ax + B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2Ax + B + \sqrt{B^2 - 4AC}} \right|$$

при $B^2 - 4AC > 0$;

$$\int \frac{dx}{x^2 + A^2} = \frac{1}{A} \operatorname{arctg} \frac{x}{A}.$$