

2.6. План скоростей двухповодковой группы с поступательно-вращательными парами.

Под этой группой понимается такое соединение звеньев, при котором поступательная кинематическая пара находится в плоскопараллельном движении. Построение плана скоростей рассмотрим на примере кулисного механизма (рис.2.3).

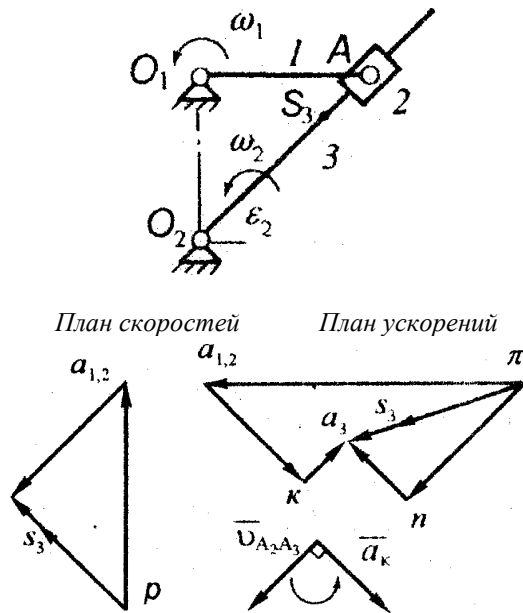


Рис 2.3

К кривошипу 1 присоединена группа 2-3, состоящая из камня 2 и кулисы 3. Вектор $pa_{12} \perp |O_2A|$ и направлен в сторону вращения ω_1 . Камень 2 поступательно скользит по кулисе 3, которая в свою очередь вращается вместе с ним вокруг центра O_2 . Таким образом, необходимо найти скорость точки A , принадлежащей кулисе 3. Эта скорость складывается из скорости шарнира A вокруг центра O_1 и скорости скольжения камня 2 по кулисе 3:

$$\underline{v_{A3}} = \underline{v_{A12}} + \underline{v_{A2A3}} \quad (2.9)$$

где $v_{A3} \perp |O_2A|$ и $v_{A2A3} \parallel |O_2A|$. Для определения скорости v_{A3} проводим из полюса линию $\perp |O_2A|$, а из точки a_{12} — линию, параллельную $|O_2A|$. На пересечении получаем точку a_3 . Любая точка, принадлежащая кулисе 2, находится путем подобия многоугольников или пропорции отрезков. Так точка s_3 лежит на отрезке (pa_3) пропорционально расположению точки S_3 на

отрезке $|O_2A|$. Значения линейных скоростей всех точек определяются по формулам (2.6). Угловая скорость кулисы определяется по формулам (2.7)

2.6. Определение линейных и угловых скоростей механизма. Построим план скоростей в произвольном положении для заданного механизма (рис. 2.4).

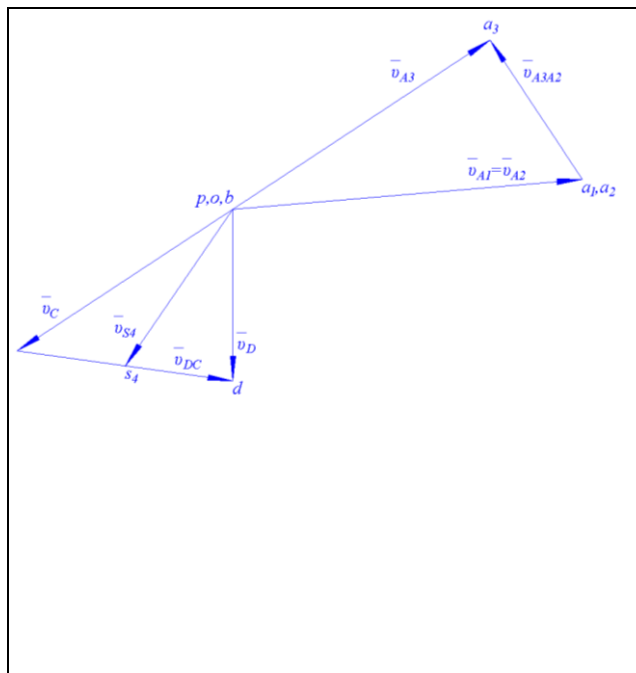


Рис 2.4

Составляем векторное уравнение для первой двухповодковой группы:

$$\bar{v}_{A3} = \bar{v}_{A2} + \bar{v}_{A3A2}$$

где $\dots \bar{v}_{A3A2} \parallel BA \dots \bar{v}_{A3} \perp BA \dots$

Составляем векторное уравнение для второй двухповодковой группы:

$$\bar{v}_D = \bar{v}_C + \bar{v}_{DC}$$

где $\dots \bar{v}_{DC} \perp CD$

Найдем скорости других точек, принадлежащих различным звеньям механизма:

$$\frac{v_C}{v_{A3}} = \frac{l_{BC}}{l_{AB}} = \frac{\overline{pc}}{\overline{pa_3}}, \overline{pc} = \frac{l_{BC}}{l_{AB}} \cdot \overline{pa_3}$$

Составим уравнения для определения угловых скоростей звеньев (аналогично (2.7)):

$$\omega_3 = \frac{v_B}{l_{BC}}$$

$$\omega_4 = \frac{v_{DC}}{l_{CD}}$$

2.7. Линейные ускорения точек механизма. Ускорения точек механизма определяются путем построения плана ускорений в масштабе μ_a для двух заданных положений механизма. Учитывая, что при $\omega_1 = \text{const}$ ускорение точки A является центростремительным, то оно определяется как

$$a_A = \omega_1^2 l_{OA} = 16,75^2 \cdot 0,14 = 39,3 \text{ м/с}^2. \quad (2.10)$$

Масштаб плана ускорений определяется как

$$\mu_a = \frac{a_A}{(\pi a)} = \frac{39,3}{100} = 0,393 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} \quad (2.11)$$

где (πa) — отрезок на плане скоростей (на ф. А1 обычно 80...100 мм), соответствующий ускорению точки А, проведенный из полюса π . Так как ускорение $\overline{a_A}$ — центростремительное (нормальное), вектор $\overline{\pi a}$ проводится параллельно отрезку $|OA|$ в соответствующем положении точки А. Построение остальных точек механизма зависит от присоединенных групп двухповодковых групп.

2.8. План ускорений двухповодковой группы с вращательными парами. Построение плана ускорений рассмотрим на примере шарнирного четырехзвенника OABD (рис. 2.1).

Ускорение точки В складывается из абсолютного ускорения центра и относительного ускорения точки В вокруг этого центра, которое в свою очередь можно разложить на нормальное a^n и тангенциальное a^τ ускорения. Если центром движения является точка А, то векторное уравнение ускорения точки В можно записать как:

$$\overline{a_B} = \overline{a_A} + \overline{a_{BA}^n} + \overline{a_{BA}^\tau}, \text{ где } a_{BA}^n = v_{BA}^2 / l_{AB} = \omega_2^2 l_{AB} = \mu_v^2 (ab)^2 / l_{AB} \quad (2.12)$$

С другой стороны, точка В принадлежит звену 3 и движется по окружности вокруг точки D, тогда

$$\overline{a_B} = \overline{a_{BD}^n} + \overline{a_{BD}^\tau}, \text{ где } a_{BD}^n = v_B^2 / l_{BD} = \omega_3^2 l_{BD} = \mu_v^2 (pb)^2 / l_{BD} \quad (2.13)$$

В этих формулах отрезки (ab) и (pb) должны быть взяты из плана скоростей. Решаем совместно уравнения (2.12) и (2.13) графическим путем. Из конца вектора $\overline{\pi a}$ (точки a) откладывается вектор $\overline{an_1} \parallel |AB|$, направленный от точки В к точке А (к центру вращения), размер которого определяется как $(an_1) = a_{BA}^n / \mu_a$, а из полюса π откладывается вектор $\overline{pn_2} \parallel |BD|$, направленный от точки В к точке D, размер которого определяется как $(an_1) = a_{BD}^n / \mu_a$ (рис.2.1). Затем из точки n_1 проводится линия действия вектора $\overline{a_{BA}^\tau}$ которая $\perp |AB|$, а из точки n_2 — линия действия вектора $\overline{a_{BD}^\tau}$, которая $\perp |BD|$. На пересечении линий получаем точку b . Точка c на плане ускорений определяется аналогично тому, как это определялось на плане скоростей (в положении механизма на примере она совпала с точкой n_1).

Значение линейных ускорений всех точек определяются, например:

$$a_B = \mu_a (\pi b) \quad (2.14)$$

Значение угловых ускорений шатуна 2 и коромысла 3 определяется как

$$\varepsilon_2 = a_{BA}^t / l_{AB} = \mu_a (n_1 b) / l_{AB} \quad \varepsilon_3 = a_{BD}^t / l_{BD} = \mu_a (n_2 b) / l_{BD} \quad (2.15)$$

Направление вращения ε_2 находится путем расположения вектора $\overline{a_{BA}^t}$ (на плане ускорений вектор $\overline{n_1 b}$) в точке В плана положений, в результате чего определяется направление движения вокруг точки А. В данном положении ускорение ε_2 направлено против часовой стрелки (рис.2.1). Аналогично определяется направление вращения ускорения ε_3 .

2.9. План ускорений двухповодковой группы вращательно-поступательными парами. Построение плана ускорений рассмотрим на примере кривошипно-ползунного механизма (рис.2.2). Векторное уравнение ускорения точки В в относительном движении вокруг точки А:

$$\overline{a_B} = \overline{a_A} + \overline{a_{BA}^n} + \overline{a_{BA}^\tau}, \text{ где } a_{BA}^n = v_{BA}^2 / l_{AB} = \omega_2^2 l_{AB} = \mu_v^2 (ab)^2 / l_{AB} \quad (2.16)$$

С другой стороны, ползун 3 движется поступательно, т.е. вектор ускорения $\overline{a_B}$ направлен горизонтально. Из конца вектора $\overline{\pi a}$ (точки a) откладывается вектор $\overline{an} \parallel |AB|$, направленный от точки В к точке А, модуль которого определяется как $(an_2) = a_{BA}^n / \mu_a$. Затем из точки n проводится линия действия вектора $\overline{a_{BA}^\tau}$, которая $\perp |AB|$, а из полюса π проводится линия, которая направлена параллельно движению ползуна, т.е. в данном случае — горизонтально. На пересечении линий получаем точку b (рис.2.2). Ускорение любой точки, принадлежащей шатуну 2, находится аналогично тому, как это определялось на плане скоростей. Значение линейных ускорений всех точек определяются по формулам (2.14), значение углового ускорения шатуна — по формуле аналогичной (2.15).