

## Задача 117

У механизма муфты Ольдгейма найти скорость и ускорение точки  $B_2$  звена 2, совмещенной с точками  $B_1$  и  $B_3$ , находящимися на пересечении осей  $Ax$  и  $Cy$ . Дано:  $l_{AC}=40\text{мм}$ ,  $\varphi_1=30^\circ$ , угловая скорость кривошипа  $Ax$  (звена 1) постоянна и равна  $\omega_1=10\text{ с}^{-1}$ .

Решение:

1 Начертим план механизма в положении, когда  $\varphi_1=30^\circ$ . Для этого принимаем длину отрезка на чертеже, соответствующего межосевому расстоянию  $AC=80\text{мм}$  (см. рис. 1,а). Тогда масштабный коэффициент равен:

$$\mu_1 = \frac{l_{AC}}{AC} = \frac{0,04\text{м}}{80\text{мм}} = 0,0005 \frac{\text{м}}{\text{мм}}.$$

Соблюдая углы  $\varphi_1=30^\circ$  и угол между звеньями 1 и 3, равный  $90^\circ$ , получим остальные размеры механизма методом засечек при построении.

Определим размеры звеньев 1 и 3,  $l_{AB}$  и  $l_{BC}$  по формулам, если соответствующие отрезки на плане механизма получили  $AB=70\text{мм}$  и  $BC=40\text{мм}$ :

$$l_{AB} = AB \cdot \mu_1 = 70 \cdot 0,0005 = 0,035\text{м};$$

$$l_{BC} = BC \cdot \mu_1 = 40 \cdot 0,0005 = 0,02\text{м}.$$

2 Вычертим план скоростей для заданного положения механизма Ольдгейма (см. рис.1,б) в следующей последовательности:

2.1 Определим скорость точки  $B_1$ , принадлежащей звену 1:

а) по величине:

$$V_{B1} = \omega_1 l_{AB} = 10 \cdot 0,035 = 0,35\text{м/с};$$

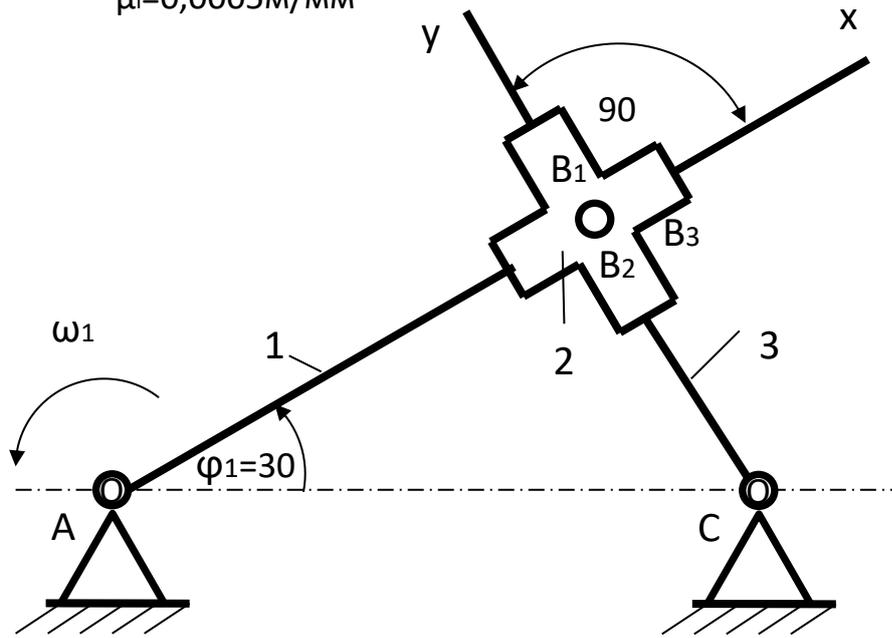
а) по направлению:

так как  $\vec{V}_{B1}$  скорость точки, движущейся в данный момент по окружности, то ее направление перпендикулярно радиусу этой окружности и направлено в сторону вращения  $\omega_1$ , против часовой стрелки.

2.2 Определим скорость точки  $B_2$ , принадлежащей звену 2.

Приняв за полюс точку  $B_1$ , скорость которой уже определили по величине и направлению, запишем векторное уравнение для графического определения скорости точки  $B_2$ :

a) План механизма при  $\varphi_1=30$   
 $\mu=0,0005\text{м/мм}$



Планы скоростей и ускорений точек механизма в заданном положении

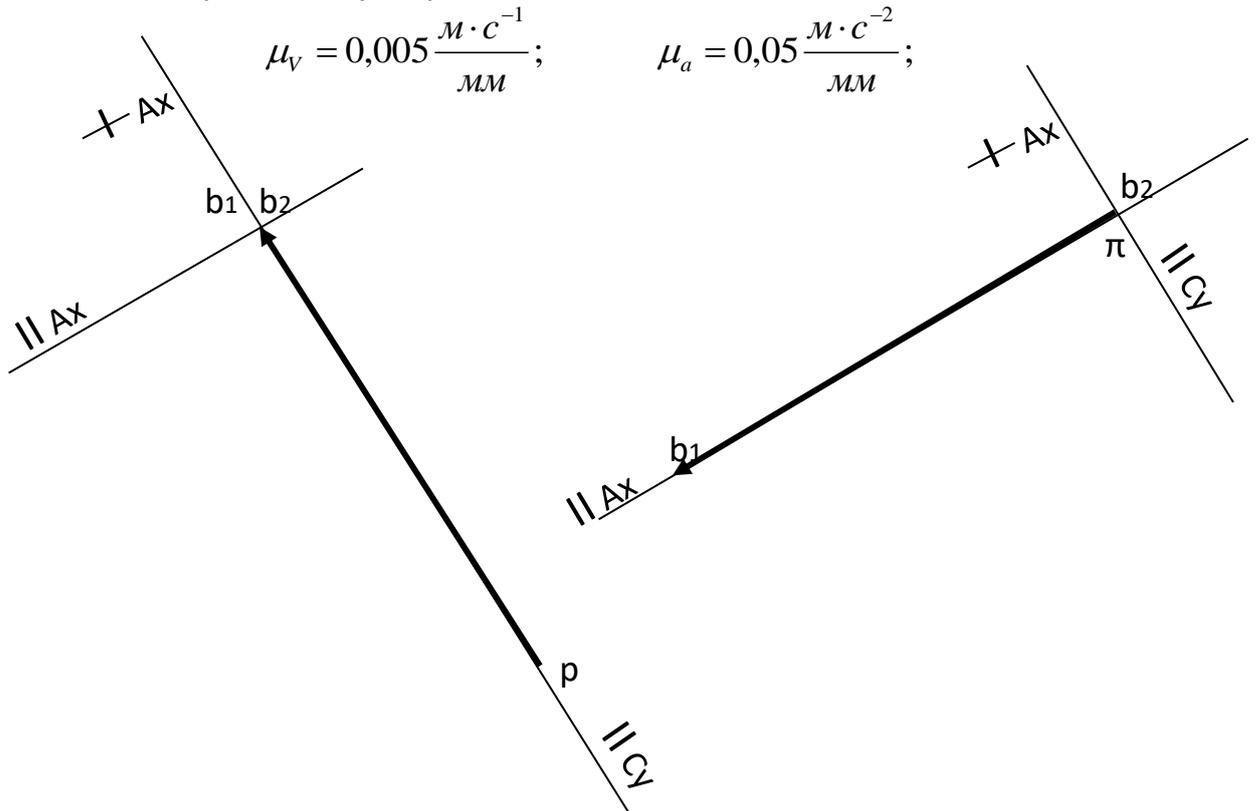


Рисунок 1 Построение планов механизма муфты Ольдгейма, скорости и ускорения

$$\vec{V}_{B2} = \vec{V}_{B1} + \vec{V}_{B2B1};$$

где  $\vec{V}_{B2B1}$  - скорость относительного движения рассматриваемой точки  $B_2$  звена 2 относительно точки кулисы 1  $B_1$ . По величине эта скорость неизвестна, направлена вдоль звена 1, параллельна  $Ax$ ;

$\vec{V}_{B2}$  - направление этой скорости вместе со звеном 2 вдоль звена 3, параллельна  $Bu$  (структурная группа П-П-В).

Проведем анализ входящих векторов. Получим:

$$\begin{array}{c} \vec{V}_{B2} = \vec{V}_{B1} + \vec{V}_{B2B1} \\ \text{II Cy} \quad \perp \quad \text{BA} \quad \text{II Ax} \end{array}$$

Строим план скоростей в следующей последовательности:

-принимаем длину вектора скорости точки  $B_1$   $pb_1=70\text{мм}$ . Тогда масштабный коэффициент для построения плана скоростей равен:

$$\mu_v = \frac{V_{B1}}{pb_1} = \frac{0,35}{70} = 0,005 \frac{\text{м} \cdot \text{с}^{-1}}{\text{мм}};$$

б) далее проводим построения векторного уравнения с двумя неизвестными по величине скоростями  $V_{B2B1}$  и  $V_{B2}$ . Построение уравнения начинаем со равенства, полюса плана скоростей  $p$ , скорость которого равна нулю. Из него строим вектор  $pb_1 = 70\text{мм}$ , соответствующий скорости  $V_{B1}$ . Через конец этого вектора проводим линию действия скорости  $V_{B2B1}$  параллельно  $Ax$ . Для построения левой части векторного уравнения возвращаемся к знаку равенства и из полюса плана скоростей  $p$  проводим линию действия скорости  $V_{B2}$  параллельно звену, по которому совершается второе поступательное движение структурной группы П-П-В,  $Su$  до пересечения с линией действия  $V_{B2B1}$  в точке  $b_2$ . Получаем, вектор  $pb_2 = pb_1$  во всех положениях механизма муфты Ольдгейма, так как звено 2 имеет формулу перпендикулярного крестика. Величина искомой скорости равна

$$V_{B2} = V_{B1} = 0,35\text{м/с};$$

в) величина скорости относительного поступательного движения  $V_{B2B1}=0$ , так как отрезок на плане скоростей, соответствующий этой скорости  $pb_2 = pb_1=0$ .

3 Построим план ускорений для заданного положения механизма (см. рис.1,в) в той же последовательности:

3.1 Определим ускорение точки  $B_1$ , принадлежащей кривошипу. Так как точка  $B_1$  движется по окружности, то имеем две составляющие ускорения. Касательная составляющая  $a_{B1}^{\tau}=0$ , потому что угловая скорость звена 1 постоянная,  $\omega_1=10\text{с}^{-1}=\text{const}$ . Нормальная составляющая равна абсолютному ускорению точки  $B_1$  и равна:

а) по величине:

$$a_{B1} = a_{B1}^n = \omega_1^2 l_{AB} = 10^2 \cdot 0,035 = 3,5\text{м/с}^2;$$

а) по направлению:

так как  $\vec{a}_{B1}^n$  нормальное ускорение точки, движущейся по окружности, направлена по радиусу к центру траектории, от  $B$  к  $A$ .

3.2 Определим ускорение точки  $B_2$ , принадлежащей звену 2.

Приняв за полюс точку  $B_1$ , ускорение которой известно по величине и направлению, запишем векторное уравнение для графического определения ускорения точки  $B_2$ :

$$\vec{a}_{B2} = \vec{a}_{B1} + \vec{a}_{B2B1}^{\tau} + a_{B2B1}^k;$$

где  $\vec{a}_{B2B1}^{\tau}$  - тангенциальное ускорение относительного поступательного движения рассматриваемой точки  $B_2$  звена 2 относительно точки  $B_1$  звена 1. По величине это ускорение неизвестно, направлено вдоль звена 1, параллельна  $Ax$ ;

$a_{B2B1}^k$  - ускорение Кориолиса. Должно быть, так как в структурной группе

$II-II-B$  выходное звено имеет вращательную пару  $B$ . Но, так как относительная скорость  $V_{B2B1}=0$ , то и ускорение Кориолиса равно нулю;

$\vec{a}_{B2}$  - абсолютное ускорение точки  $B_2$  звена 2. По величине неизвестно, но движется вдоль звена 3, параллельно  $Sy$ . Запишем уравнение для определения ускорения точки  $B_2$  с анализом входящих векторов:

$$\underline{\vec{a}_{B2}} = \underline{\vec{a}_{B1}} + \underline{\vec{a}_{B2B1}^{\tau}}$$

IIcy   IIВA   IIАх

Строим план ускорений в следующей последовательности:

а) принимаем длину вектора нормального ускорения точки  $B_1$   $\pi b_1 = 70 \text{ мм}$ . Тогда масштабный коэффициент для построения плана ускорений равен:

$$\mu_a = \frac{a_{B1}^n}{\pi b_1} = \frac{3,5}{70} = 0,05 \frac{\text{м} \cdot \text{с}^{-2}}{\text{мм}};$$

б) далее проводим построения векторного уравнения с двумя неизвестными по величине ускорениями  $a_{B2B1}$  и  $a_{B2}$ . Построение уравнения проводим в последовательности, аналогичной построению векторного уравнения скоростей, со знака равенства, полюса плана ускорений  $\pi$ , ускорение которого равно нулю. Из него строим вектор  $\pi b_1 = 70 \text{ мм}$ , соответствующий ускорению  $a_{B1}$ . Через конец этого вектора проводим линию действия ускорения  $a_{B2B1}^{\tau}$  параллельно  $Ax$ . Для построения левой части векторного уравнения возвращаемся к знаку равенства и из полюса плана ускорений  $\pi$  проводим линию действия ускорения  $a_{B2}$  параллельно звену 3,  $Cy$ , до пересечения с линией действия  $a_{B2B1}^{\tau}$  в точке  $b_2$ .

в) определим неизвестные величины ускорений. Для этого замеряем отрезки на плане:  $b_3 b_1 = 70 \text{ мм}$  и  $\pi b_2 = 0$ , далее вывод:

$$a_{B2B1}^{\tau} = 3,5 \text{ м/с}^2 \quad \text{и} \quad a_{B2} = 0.$$