Расчетно – графическая работа № 2 на тему: «Кинематическое исследование движения плоского механизма»

1. В соответствии со своим вариантом вычерчиваем механизм в масштабе М 1:4
2. План скоростей

Скорость точки А:

VA=$ω\_{1}×OA$= 15 х 0,1 = 1,5 м/с $\overbar{V}$A $⊥OA ,$

На свободном месте чертежа отметим точку p - полюс плана скоростей. Из этой точки буду выходить отрезки соответствующие скоростям всех точек механизма, в этой точке плана скоростей находиться все неподвижные точки механизма. Из полюса проведем отрезок $\overbar{pa} $произвольной длинны, перпендикулярно звену ОА, в сторону вращения $ω\_{1 }$. Отрезок $\overbar{ра}$ соответствует на плане скоростей скорости точки А.

Масштабпланаскоростей:$μ\_{V}=\frac{V\_{A}}{\overbar{pa}}= \frac{1,5}{80} = 0,01875 \frac{м/с}{мм}$

Скорость т.В определим из системы векторных уравнений:

$\left\{\begin{array}{c}\vec{V}\_{B }= \vec{V}\_{A}+\vec{V}\_{BA}\\\vec{V}\_{B }= \vec{V}\_{O\_{1}}+\vec{V}\_{BO\_{1}}\end{array}\right.$; $\vec{V}\_{BA}⊥AB , \vec{V}\_{BO\_{1}}⊥ВО\_{1}$ $V\_{O\_{1}}$= 0 , тк точка $О\_{1}$ неподвижна.

Из конца отрезка $\overbar{ра}$ проведем линию перпендикулярную звену АВ, а из полюса плана скоростей проведем линию перпендикулярную звену ВО1 . Пересечение этих двух линий даст точку b на плане скоростей. Отрезок $\overbar{рb }$на плане скоростей соответствует скорости точки В.

Скорость точки С определим по свойству плана скоростей:

$\overbar{аc}= \overbar{ab}\frac{AC}{AB}$ = $ 91 \frac{20}{70}$ = 26 мм

Отрезок $\overbar{рс }$ на плане скоростей соответствует скорости точки С .

Скорость точки D определим из векторного уравнения:

$\vec{V}\_{ D}= \vec{V}\_{C}+\vec{V}\_{DC}$ , где $\vec{V}\_{ D}-горизонтален,$ $\vec{V}\_{DC}$ $⊥DC$

Из конца отрезка $\overbar{рс }$ проведем линию перпендикулярную CD , а из полюса проведем горизонтальную линию. Пересечение этих двух линий даст точку d на плане скоростей. Отрезок $\overbar{рd}$ на плане скоростей соответствует скорости точки D.

Скорость точки Е определим по свойству плана скоростей:

$\overbar{ce}= \overbar{cd}\frac{CE}{СD}$ = $ 54 \frac{60}{40}$ = 81 мм

Отрезок $\overbar{ре}$ на плане скоростей соответствует скорости точки Е.

Величины полученные с помощью построения плана скоростей:

$V\_{B}=\overbar{pb}×μ\_{V}$ *=* $66,5×0,01875$*=1,25 м/с*

$V\_{C}=\overbar{pc}×μ\_{V}$ *=*$65×0,01875$*=1,21 м/с*

$V\_{D}=\overbar{pd}×μ\_{V}$ *=*$13×0,01875$*=0,24 м/с*

$V\_{E}=\overbar{pe}×μ\_{V}$ *=*$18×0,01875$*=0,337 м/с*

$ω\_{AB}= \frac{\overbar{ab}×μ\_{V}}{AB}$*=*$\frac{91×0,01875}{0,7}=2,43 1/с$

$ω\_{CD}= \frac{\overbar{cd}×μ\_{V}}{CD}$*=*$\frac{54×0,01875}{0,4}=2,53 1/с$

1. Метод МЦС

Определим скорости всех точек механизма и угловые скорости всех звеньев с помощью мгновенных центов скоростей.

Из предыдущего пункта имеем : $V\_{A}=1,5 м/с$

Точка P2 – МЦС звена АВ ,

$$ω\_{2}= \frac{V\_{A}}{AP\_{2}}=\frac{1,5}{0,632}= 2,37 \frac{1}{c}$$

$V\_{B}=ω\_{2}×ВP\_{2}$= 2,37 х 0,52 =1,23 м/с

$V\_{C}=ω\_{2}×P\_{2}C$= 2,37 х 0,512 = 1,21 м/с

Точка Р4 – МЦС звена СЕ

$$ω\_{4}= \frac{V\_{С}}{СP\_{4}}=\frac{1,21}{0,48}=2,52 \frac{1}{c}$$

$V\_{D}=ω\_{4}×DP\_{4}$= 2,52 х 0,092= 0,241 м/с

$V\_{E}=ω\_{4}×EP\_{4}$= 2,52 х 0,134 =0,33 м/с

 Сравним полученные результаты с результатами из предыдущего пункта - погрешность расчетов не превышает 5 % .

1. План ускорений

Ускорение точки А:

$а\_{А}=ω\_{1}^{2}×ОА=$ $15^{2}×0,1=22,5 ^{м}/\_{с^{2}}$ , $\overbar{а}$A $⊥OA ,$

Масштаб плана ускорений: $μ\_{а}=\frac{а\_{A}}{\overbar{πa}}= \frac{22,5}{80} = 0,281 \frac{^{м}/\_{с^{2}}}{мм}$

Ускорение точки В определим из системы векторных уравнений:

$\left\{\begin{array}{c}\vec{a}\_{B}=\vec{a}\_{A}+ \vec{a}\_{BA}^{n}+\vec{a}\_{BA}^{τ} \\\vec{a}\_{B}=\vec{a}\_{O\_{1}}+\vec{a}\_{BO\_{1}}^{n}+\vec{a}\_{BO\_{1}}^{τ}\end{array}\right.$ , $\vec{a}\_{BA}^{n}$ $∥AB, $ $\vec{a}\_{BA}^{τ}⊥АВ$, $\vec{a}\_{BO\_{1}}^{n}∥BO\_{1}$, $\vec{a}\_{BO\_{1}}^{τ}⊥ BO\_{1}$

$a\_{BA}^{n}=ω\_{2}^{2}×AB=2,43^{2}×0,7=$*4,13* $\frac{м}{с^{2}}$

$a\_{BO\_{1}}^{n}=ω\_{3}^{2}×BO\_{1}=2,53^{2}×0,4=$ *2,56* $\frac{м}{с^{2}}$

$\overbar{an\_{1}}=\frac{a\_{BA}^{n}}{μ\_{a}}=\frac{4,13}{0,281}$*= 14,7 мм*

$\overbar{πn\_{2}}=\frac{a\_{BO\_{1}}^{n}}{μ\_{a}}=\frac{2,56}{0,281}$*= 9,11 мм*

 Из конца отрезка $\overbar{πа} $ проведем отрезок $\overbar{an\_{1}}$ параллельно АВ, из конца этого отрезка проведем линию перпендикулярно звену АВ. Из полюса плана ускорений проведем отрезок $\overbar{πn\_{2}} $параллельно звену O1B , из конца этого отрезка проведем линию перпендикулярную О1В . Пересечение этих двух линий даст на плане ускорений точку b . Отрезок $\overbar{πb}$ на плане ускорений соответствует ускорению точки В .

$а\_{B}= \overbar{πb} × μ\_{a}$= 77 х 0,281= 21,63 $\frac{м}{с^{2}}$

$ε\_{AB}=\frac{\overbar{bn}\_{1}×μ\_{а}}{AB}=\frac{27 х 0,281}{0,7} $= 10,8 $\frac{1}{с^{2}}$

1. Аналитический метод



$\left\{\begin{array}{c}\vec{a}\_{B}=\vec{a}\_{A}+ \vec{a}\_{BA}^{n}+\vec{a}\_{BA}^{τ} \\\vec{a}\_{B}=\vec{a}\_{O\_{1}}+\vec{a}\_{BO\_{1}}^{n}+\vec{a}\_{BO\_{1}}^{τ}\end{array}\right.$ , $\vec{a}\_{BA}^{n}$ $∥AB, $ $\vec{a}\_{BA}^{τ}⊥АВ$, $\vec{a}\_{BO\_{1}}^{n}∥BO\_{1}$, $\vec{a}\_{BO\_{1}}^{τ}⊥ BO\_{1}$

$\vec{a}\_{B}=\vec{a}\_{B} $ , следовательно:

$\vec{a}\_{A}+ \vec{a}\_{BA}^{n}+\vec{a}\_{BA}^{τ}= \vec{a}\_{BO\_{1}}^{n}+\vec{a}\_{BO\_{1}}^{τ}$ ,

Спроецируем это векторное тождество на координатные оси, причем ось Х направим параллельно звену АВ :

«Х» $-а\_{А}\cos(45)- а\_{BA}^{n}= - а\_{BO\_{1}}^{n}\cos(60-а\_{BO\_{1}}^{τ}\cos(30) )$

«У» $-а\_{А}\cos(45)+ а\_{BA}^{τ}= а\_{BO\_{1}}^{n}\cos(30-а\_{BO\_{1}}^{τ}\cos(60) )$

Из предыдущего решения имеем : $a\_{BA}^{n}=$*4,13* $\frac{м}{с^{2}}$ *,* $a\_{BO\_{1}}^{n}=$ *2,56* $\frac{м}{с^{2}}$

Отсюда: $а\_{BO\_{1}}^{τ}$ = $\frac{а\_{А}\cos(45-)0,5а\_{ВО\_{1}}^{n}+ а\_{BA}^{n}}{\cos(30)}$ = $\frac{22,5 х cos45-0.5 х 2,56 +4,13 }{0,866}$ = 21,65 $\frac{м}{с^{2}}$

$а\_{В}=\sqrt{(a\_{BO\_{1}}^{n})^{2}+(а\_{BO\_{1}}^{τ})^{2}}$ = 21,8 $\frac{м}{с^{2}}$

$а\_{ВА}^{τ}$= $а\_{BO\_{1}}^{n}\cos(30-а\_{BO\_{1}}^{τ}\cos(60)+ )а\_{А}\cos(45)$= 2,56cos30 – 21.65 х 0,5 + 22,5 cos45=7.29 $\frac{м}{с^{2}}$

$ε\_{AB}=\frac{а\_{ВА}^{τ}}{AB}$ = $\frac{7,29}{0,7}=10,41 \frac{1}{с^{2}}$

Из предыдущего решения имеем : $a\_{BA}^{n}=$*4,13* $\frac{м}{с^{2}}$ *,* $a\_{BO\_{1}}^{n}=$ *2,56* $\frac{м}{с^{2}}$

Погрешность расчетов менее 5 процентов.