Министерство высшего и профессионального образования

Томский государственный архитектурно-строительный университет

#### Кафедра Теоретической механики

# ***КУРСОВАЯ РАБОТА***

# ***по теоретической механике № 1***

*«Определение угловых скоростей и угловых ускорений звеньев механизма манипулятора по заданному движению рабочей точки»*

*Вариант № 1*

**Выполнил:**

***студент группы 013/12т***

***Шмидт Дмитрий***

**Проверил:**

***Евтюшкин Е.В.***

# ТОМСК – 2004

***Решение.***



а=0,5 м; b=1,2 м; c=0,4 м; ХА=1,4091 м; (1)

φ0=600; ψ0=150; YА=0,7436-0,1 \*t м;

XA=0; XA=0;

YA=-0,1; YA=0.

Уравнения связей:

|OA|=|OD|+|DA| (2) |OD|=a=const; |DA|=b=const;

|DC|=|DB|+|BC| (3) |DC|=c=const;|BC|=c=const;

Проекции (2) на оси координат:

XA=a\*cos φ+b\*cos ψ; (4)

YA=a\*sin φ-b\*sin ψ;

После дифференцирования (4) по t имеем:

a\*sin φ\*φ+b\*sin ψ\*ψ=0; (4)’

-a\*cos φ\*φ-b\*cos ψ\*ψ=0.1;

Решения (4)’ в общем виде:

φi=0,1\*sin ψ i/a\*sin (φi- ψ i); (4.1)’

ψi=-0,1\*sin φi/b\*sin (φi-ψi); (4.2)’

(4.1)’ и (4.2)’ с учетом заданных параметров:

φi=0,2\*sin ψi/sin(φi-ψi); [1]

ψi=-0,0833\*sin φi/ sin (φi-ψi); [2]

После дифференцирования по t (4)’ имеет вид:

a\*sin φ\*φ+b\*sin ψ\*ψ=-(a\*φ2\*cosφ -b\*ψ2\*cos ψ); (4)”

-a\*cos φ\*φ-b\*cos ψ\*ψ=-(a\*φ2\*sin φ+b\*ψ2\*sin ψ);

Решения (4)” в общем виде:

φi= -[(a\*φi2\*cos (φi-ψi)+b\*ψi2)/a\*sin(φi-ψi)]; (4.1)”

ψi= (b\* ψi2\*cos (φi-ψi)+a\*φi2)/b\*sin(φi-ψi)]; (4.2)”

(4.1)” и (4.2)” с учетом заданных параметров:

φi=-[( φi2\*cos (φi-ψi)+2.4\*ψi2)/ sin(φi-ψi)];] [3]

ψi= (ψi2\*cos (φi-ψi)+0.4167\*φi2)/sin (φi-ψi); [4]

Проекции [3] на оси координат:

c\*cos ψ =c\*cos θ +S\*cos φ; (5)

c\*sin ψ =-c\*sin θ +S\*sin φ;

Находим параметры S и θ для t=0:

(-c\*cos θ0) 2=(-c\*cos ψ 0+S0\*cos φ0) 2;

(c\*sin θ0) 2=(-c\*sin ψ 0+S0\*sin φ0) 2;

c2=c2-2\*c\*S0\*cos (φ0-ψ0)+S02, отсюда S0=2\*c\* cos (φ0-ψ0)=0.5657м;

Разделив первое уравнение (5) на второе, имеем:

- сtg θ0=(-c\*cos ψ 0+S0\*cos φ 0)/ -c\*sin ψ 0+S0\*sin φ 0=(-0.4\*0.965+0.5657)/-0.4\*0.2588+0.5657\*0.866=-0.2668

Тогда θ0=75.00.4’

После дифференцирования (5) по t имеем:

c\*sin θ\*θ-cos φ \*S=c\*ψ\*sin ψ -S\*φ\*sin φ; (5)’

c\*сos θ\*θ-sin φ \*S=-c\*ψ\*cosψ +S\*φ\*cos φ;

Решения (5)’ в общем виде:

θi=(-c\*ψi\*cos (φi-ψi)+Si\* φ i)/c\*cos (θi+ φ i); (5.1)’

Si=S\*φi\*sin (θi+φi)-ci\*ψi\*sin (θi+φi)/cos (θi+ φ i); (5.2)’

(5.1)’ и (5.2)’ с учетом заданных параметров:

θi=-ψ i\*cos (φi-ψi)+2.5\*Si\* φ i/cos (θi+ψi); [5]

Si=S\*φi\*sin (θi+φi)-0.4\*ψi\*sin (θi+ψi)/cos (θi+ φ i); [6]

После дифференцирования (5)’по t имеем:

с\*sin θ\*θ-cos φ \*S=-2S\*φ\*sin φ-S(φ\*sin φ+ φ2cos φ)+c(ψ\*sin ψ+ ψ2 \*cos ψ)-с\*θ2\*cos θ (5)”

с\*cos θ\*θ-sin φ \*S=2S\*φ\*cos φ+S(φ\*cos φ- φ2sin φ)- c(ψ\*cos ψ- ψ2 \*sin ψ)-с\*θ2\*sinθ

Решения (5)” в общем виде:

θi=[2S\*φ+S\* φ-c[ ψ\*cos(φ-ψ)+ ψ2\*sin(φ- ψ)]+c\* θi2 \*sin (φ +θ)]/c\*cos(θ+φ) (5.1)”

Si= 2S\*φ\*sin (θ+φ) +S\*[ φ \*sin(φ+θ)+ φ 2\*cos(φ+θ)]-c\*[ ψ i \*sin (ψ +θ)+ ψ2cos(θ+ψ)]+с \* θi2/c\*cos(θ+φ) (5.2)”

(5.1)” и (5.2)” с учетом заданных параметров:

θi=[2,5\*(2\*S\* φ+S φ)-[ ψ cos (φ-ψ)+ φ2sin(φ-ψ)]+ θi2\*sin(θ+φ)]/ cos (θ+φ); [7]

Si=[2\*S\* φsin(θ+φ)+S[φsin(θ+φ)+ φ2 cos (θ+φ)]-0.4[ψ sin(φ+ ψ)+ ψ2\*cos(θ+ ψ)+ θi2]/ cos (θ+φ); [8]

Используя формулы [1]÷[8] вычисляем текущие параметры, а с помощью формул [9] находим последующие параметры:

φi+1=φi+φi\*∆t+φi\*∆t2/2; φi+1=φi+0,2\*φi+0,02\*φi;

ψi+1=ψi+ψi\*∆t+ψi\*∆t2/2; ψi+1=ψi+0,2\*ψi+0,02\*ψi; [9]

θi+1=θi+θi\*∆t+θi\*∆t2/2; θi+1=θi+0,2\*θi+0,02\*θi;

Si+1=Si+Si\*∆t+Si\*∆t2/2; Si+1=Si+0,2\*Si+0,02\*Si;

где ∆t=0,2 c.

Полученные результаты заносим в сводную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | φ | | | ψ | | | θ | | | S | | |
| φ, рад | φ, с-1 | φ, с-2 | ψ, рад | ψ, с-1 | ψ, с-2 | θ, рад | θ, с-1 | θ, с-2 | S, м | S,  м\*с-1 | S,  м\*с-2 |
| 0 | 1,0440 | 0,0732 | -0,0479 | 0,2610 | -0,1020 | -0,0281 | 1,3061 | -0,2480 | 0,1233 | 0,5657 | -0,0988 | 0,0947 |
| 0,2 | 1,0577 | 0,0654 | -0,0363 | 0,2411 | -0,0995 | -0,0115 | 1,2589 | -0,2318 | 0,0833 | 0,5478 | -0,0970 | 0,0758 |
| 0,4 | 1,0700 |  |  | 0,2214 |  |  | 1,2136 |  |  | 0,5299 |  |  |

Параметры для t=0,4;0,6;0,8;1,0 (с) находим по алгоритму для t=0 и t=0,2 (c), приведенному ниже.

t=0: sin ψ0=0,2588; sin φ0=0,866; sin (φ0-ψ0)=0,7071;

cos (φ0-ψ0)=0,7071;

[1] φ0=0,2\*0,2588/0,7071=0,0732; φ02=0,0053;

[2] ψ0=-[0,0833\*0,866/0,7071]=-0,1020; ψ02=0,0104;

[3] φ0=-[2,4\*0,0104+0,0053\*0,7071/0,7071]=-0,0479;

[4] ψ0=0,4167\*0,0053+0,01040\*0,7071/0,7071=0,0281;

[9] φ1=1,0440+0,0146-0,0009=1,0577 (60037’); φ1-ψ1=46049’

ψ1=0,2610-0,0204+0,005=0,2411 (13048’); sin (φ1-ψ1)=0,7292;

cos (φ1-ψ1)=0,6843;

θ02=0,0615;

θ0+φ0=135004’: sin (θ0+φ0)=0,7062;

cos (θ0+φ0)=-0,7079;

θ0+φ0=90004’: sin (θ0+ ψ 0)=1.0;

cos (θ0+ ψ 0)=-0,0012;

[5] θ0=-0,1290\*0,5736-1,25\*0,9178\*0,2034/0,0.7079=-2480;

[6] S0=-0,8\*0,1290\*0,9397-0,9178\*0,2034\*0,7660/0,7079=-0,0988;

[7] θ0=-0,0496\*0,5736-0,0266\*0,8192-2,5\*0,0802\*0,2034-1,25\*0,9178\*0,0559+0,0772\*

\*0,8192/0,7079=0,1233;

[8] S0=-0,8\*(-0,0496\*0,9397-0,0166\*0,3420+0,0772)-2\*0,0802\*0,8192\*0,2034+0,9178\*

\*(-0,0559\*0,8192-0,0414\*0,5736)/0,7079=0,0947;

[9] θ1=1,3061-0,0496+0,0024=1,2589 (72010’);

S1=0,5657-0,0197+0,0018=0,5478м;

θ1+ψ1=85058’; θ1+φ1=132047’;

sin (θ1+ψ1)=0,9976; sin (θ1+φ1)=0,7339;

cos (θ1+ψ1)=0,0704; cos (θ1+φ1)=-0,6792;

t=0,2 c: sin ψ1=0,2386; sin φ1=0,8714; sin (φ1-ψ1)=0,7292;

cos (φ1-ψ1)=0,6843;

[1] φ1=0,25\*0,3832/0,8076=0,0654; φ12=0,0042;

[2] ψ1=-0,3333\*0,52/0,8076=-0,0995; ψ12=0,099;

[3] φ1=-0,0141\*0,5896+0,75\*0,0461/0,8076=-0,0363;

[4] ψ1=-0,0461\*0,5896+1,3333\*0,0141/0,8076=0,0115;

[9] φ2=1,0577+0,0130-0,0007=1,0700 (61020’); φ2-ψ2=48039’;

ψ2=0,3932-0,0429-0,0011=0,2214(12041’);

S1=0,5478 м; sin (θ+ψ1)=0,9976; sin (θ+φ1)=0,7339;

cos (θ1+ψ-1)=0,0704; cos (θ1+φ1)=-0,6792;

[5] θ1=0,1186\*0,5896+1,25\*0,9363\*(-0,2146)/-0,6792=-0,2318; θ12=0,0537;

[6] S1=0,8\*0,1186\*0,9508-0,9363\*0,2146\*0,7118/-0,6792=-0,0970;

[7] θ1=-0,0531\*0,5896-0,0146\*0,8076-2,5\*0,0902\*0,2146-1,25\*0,9363\*0,057+0,096\*

\*0,8109/-0,6792=0,0833;

[8] S1=-0,8\*(-0,0531\*0,9508-0,0141\*0,3098+0,0960)-2\*0,0902\*0,2146\*0,8109+0,9363\*

\*(-0,057\*0,8109-0,0461\*0,5852)/-0,6792=0,0758;

[9] θ2=1,2589-0,0463+0,0016=1,2136 (69033’);

S2=0,5478-0,0194+0,0015=0,5299 м;

θ2+ψ2=127001’; θ2+φ2=157042’;

sin (θ2+ψ2)=0,6533; sin (θ2+φ2)=0,1684;

cos (θ2+ψ2)=-0,1568; cos (θ2+φ2)=-0,3875;