

КИНЕМАТИЧЕН АНАЛИЗ НА ПОВДИГАТЕЛНИ УРЕДБИ ЗА КАРИ

Петър Петров

ВТУ „Тодор Каблешков” – София, ул. Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Даден е кинематичен анализ на масово вграждани в карите повдигателни уредби. Изведени са формули за скоростта и хода на движение на работния орган, вертикалната количка и съставните рамки на повдигателната уредба. Изведени са и формули за главното предавателно отношение и предавателните отношения на скоростите на движение на съответните подвижни детайли или възли към скоростта на движение на буталото на повдигателния цилиндър.

Ключови думи: кинематичен анализ, повдигателна уредба, предавателно отношение, работен орган, вертикална количка, повдигателен цилиндър, полиспасти.

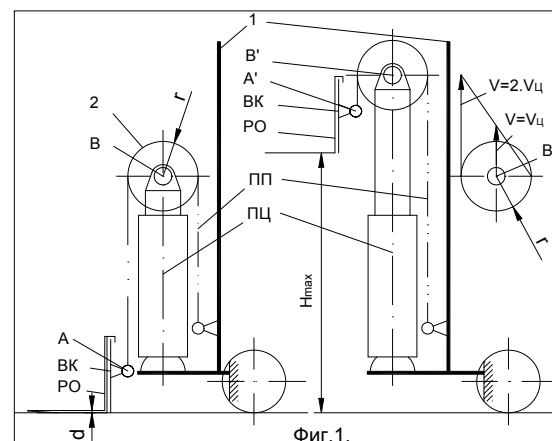
В литературните източници [1,2] е дадена методика с пример за извършване на кинематичен анализ на схема на **повдигателна уредба (ПУ)**.

Целта на разработката е да се направи кинематичен анализ на масово вгражданите в карите ПУ, като се изпишат с формули скоростта и хода на движение на подвижните детайли и възли на ПУ като функция на скоростта на движение на буталото на **повдигателния цилиндър (ПЦ)** и **предавателното отношение (ПО)** на подвижните детайли и възли като функция на скоростта им на движение към скоростта на движение на буталото на ПЦ. ПО, изразяващо отношението на скоростта на РО към скоростта на буталото на ПЦ се нарича **главно предавателно отношение (ГПО)** [1,2].

1. Повдигателна уредба с една рамка - фиг.1.

ПУ с една рамка се състои от рамка 1 (мачта), **вертикална количка (ВК)**, **работен орган (РО)** (вличен рог), **ПЦ** и **полиспасти (ПП)**. Характерно за тази ПУ

е, че рамката 1 е неподвижна спрямо рамата на кара.



Кинематичният анализ има за задача да се определят ПО, т.е. да определи отношението на скоростта на движение на произволно звено от кинематичната схема на ПУ към скоростта на буталото на ПЦ. Единият край на веригата на ПП е неподвижен и е закрепен към рамка 1 или към външната част на ПЦ, а другият край на веригата е подвижен и е закрепен в т.А към на ВК. Точката на допирание на неподвижния клон на веригата на полиспаста към ролката 2 има линейна

скорост $V = 0$ и се явява моментен център на скоростите на този диаметър на верижната ролката: (1) $V = 2.V_{Ц}$.

Ходът на ВК се определя от израза:

$$(2) \quad S_{ВК} = 2.S_{Ц}$$

Максималната височина на повдигане на работната повърхнина на виличните рогове, се определя с израза:

$$(3) \quad H_{\max} = 2.S_{Ц} + d,$$

където d е дебелина на виличния рог.

Скоростта и ходът на движение на рамка 1 са равни на:

$$(4) \quad V_1 = 0, \quad (5) \quad S_1 = 0.$$

ГПО k се определя, като се има предвид, че скоростите на хоризонталния диаметър на верижната ролка 2 имат линейно разпределение:

$$(6) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{Ц}} = \frac{2.r}{r} = 2.$$

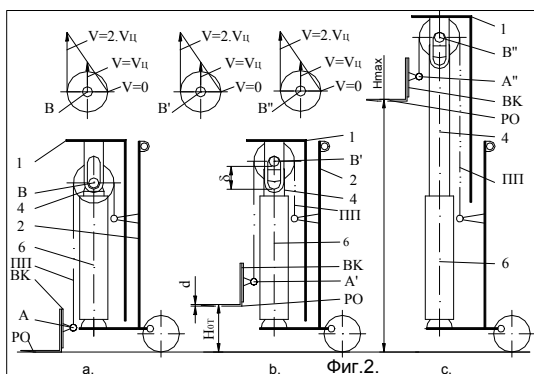
ПО на рамка 1 се определя с израза:

$$(7) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{Ц}} = \frac{0}{V_{Ц}} = 0.$$

ПО на ротация на ролка 1, представлява разлика между предавателните числа на двете звена, между които възниква силата на триете при търкаляне на ролката:

$$(8) \quad k_{PBK} = \frac{V_{Ц} - V_1}{V_{Ц}} = \frac{V_{Ц} - 0}{V_{Ц}} = 1.$$

2. ПУ с двойно телескопична мачта, с транспортен свободен ход и нормална видимост - фиг. 2



Тази кинематична схема позволява да се извършват два хода на повдигане: повдигане на транспортен свободен ход и ход да работно повдигане.

- Ход повдигане за транспортен свободен ход.

Скоростта V_{PO} и изминатият ход S_{PO} на движение от РО се определят с изразите:

$$(9) \quad V_{PO} = 2.V_{Ц};$$

$$(10) \quad S_{PO} = 2.S_{Ц1} = 2.\delta.$$

Височината на повдигане на работната равнина на величините рогове при транспортният свободен ход H_{OT} се определя по формулата:

$$(11) \quad H_{OT} = 2.\delta + d.$$

Скоростта на оста B на ролката на ПП се определя с формулата:

$$(12) \quad V_B = V_{Ц}$$

Скоростта на рамки 1 и 2 е равна на:

$$(13) \quad V_1 = 0;$$

$$(14) \quad V_2 = 0;$$

ГПО се определя от израза:

$$(15) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{Ц}} = \frac{2.V_{Ц}}{V_{Ц}} = 2.$$

ПО на неподвижните звена 1, 2, 6 са нули:

$$(16) \quad k_1 = k_6 = \frac{V_1}{V_{Ц}} = \frac{0}{V_{Ц}} = 0;$$

$$(17) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{Ц}} = \frac{0}{V_{Ц}} = 0;$$

ПО на ролките на ВК се определя от израза:

$$(18) \quad k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{Ц}} = \frac{2.V_{Ц} - 0}{V_{Ц}} = 2$$

- Ход работно повдигане

Движението на ВК за транспортния свободен ход е завършено. Рамка 1 се движи със скоростта на ПЦ, а РО и ВК се повдигат, чрез полиспаста и верижната ролка В, със скорост два пъти по-голяма от скоростта на плунжера на ПЦ:

$$(19) \quad V_{PO} = 2.V_{Ц};$$

$$(20) \quad S_{PO} = 2.S_{Ц2};$$

Максималната височина на повдигане H_{\max} на работните повърхнини на виличните рогове се определя с израза:

$$(21) \quad H_{\max} = 2.S_{Ц} + d; \quad (22) \quad V_A = 2.V_{Ц}.$$

Скоростта и ходът на мачта 1 и т.В са равни на:

$$(23) \quad V_1 = V_B = V_{\text{Ц}};$$

$$(24) \quad S_1 = S_B = S_{\text{Ц}2};$$

$$(25) \quad V_2 = 0;$$

ГПО се определя с израза:

$$(26) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{\text{Ц}}} = \frac{2.V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 2;$$

ПО за рамки 1 и 2 се определят с изразите:

$$(27) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{\text{Ц}}} = \frac{V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 1;$$

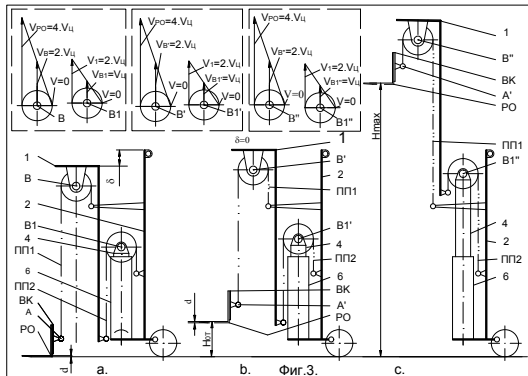
$$(28) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{\text{Ц}}} = \frac{0}{V_{\text{Ц}}} = 0;$$

ПО на ролките на ВК и рамка 1 се определят с изразите:

$$(29) \quad k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{\text{Ц}}} = \frac{2.V_{\text{Ц}} - V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 1;$$

$$(30) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{\text{Ц}}} = \frac{V_{\text{Ц}} - 0}{V_{\text{Ц}}} = 1;$$

3. ПУ с двойно телескопична мачта, транспортен свободен ход и повишена видимост - фиг. 3



При транспортен свободен ход и ход работно повдигане ПУ от този вид има една и съща кинематика. Движението на ВК за транспортния свободен ход е част от общото повдигане. Кинематиката на тази ПУ се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на т. B_1 :

$$(31) \quad V_{B1} = V_{\text{Ц}};$$

$$(32) \quad S_{B1} = S_{\text{Ц}};$$

Скорост и ход на рамка 1:

$$(33) \quad V_1 = 2.V_{\text{Ц}};$$

$$(34) \quad S_1 = S_{\text{Ц}};$$

Скорост и ход на рамка 2:

$$(35) \quad V_2 = 0;$$

$$(36) \quad S_2 = 0;$$

Скорост и ход на т.В:

$$(37) \quad V_B = 2.V_{\text{Ц}};$$

$$(38) \quad S_B = 2.S_{\text{Ц}}.$$

Скоростта и ходът на РО се определят с изразите:

$$(39) \quad V_{PO} = V_A = 2.V_B = 4.V_{\text{Ц}};$$

$$(40) \quad S_{PO} = S_A = 4.S_{\text{Ц}}.$$

Максималната височина на повдигане на работната повърхнина на вилчните рогове (РО) се определя с израза:

$$(41) \quad H_{\text{max}} = 4.S_{\text{Ц}} + d = S_A + d$$

ГПО се определя с израза:

$$(42) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{\text{Ц}}} = \frac{4.V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 4;$$

ПО на рамки 1 и 2 се определят с изразите:

$$(43) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{\text{Ц}}} = \frac{2.V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 2;$$

$$(44) \quad k_2 = 0;$$

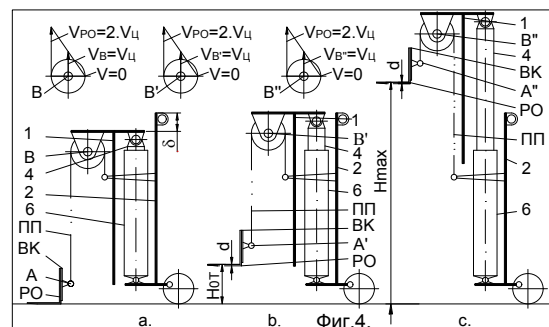
ПО на ролките на ВК се определя с израза:

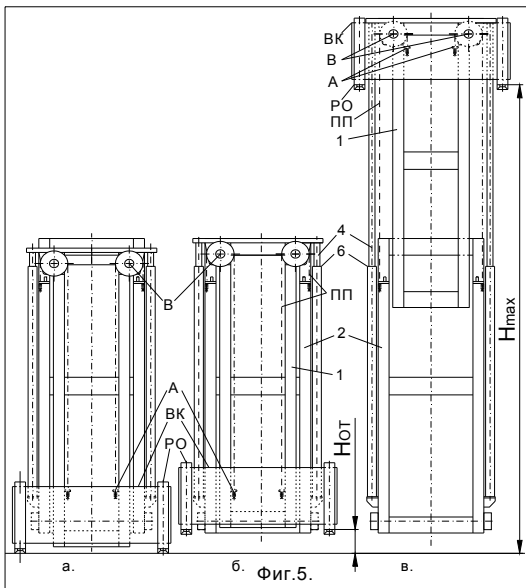
$$(45) \quad k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{\text{Ц}}} = \frac{4.V_{\text{Ц}} - 2.V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 2;$$

ПО на ролките на рамка 1 се определя с израза:

$$(46) \quad k_{PP2} = \frac{V_1 - V_2}{V_{\text{Ц}}} = \frac{(2-0).V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} = 2;$$

4. ПУ с двойно телескопична мачта с транспортен свободен ход с повишена видимост - фиг.4 и 5.





Повдигателните цилиндри на тази ПУ са два броя и са разположени външно (от страни или отзад) на профилите на неподвижната-та рамка-фиг.5.

Движението на ВК за транспортния свободен ход е част от общото повдигане. Рамката 1 се движи със скоростта на плунжера (буталото) на ПЦ, а ВК и РО се повдигат, чрез ПП и верижната ролка В, със скорост два пъти по-голяма от скоростта на плунжера на ПЦ.

Кинематиката на тази ПУ се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на РО:

$$(47) \quad V_{PO} = 2.V_{Ц}; \quad (48) \quad S_{PO} = 2.S_{Ц}.$$

Максималната височина на повдигане на работната равнина на вилчните рокове (РО) се определя с израз:

$$(49) \quad H_{max} = 2.S_{Ц} + d;$$

Скорост и ход на т.В и рамка 1:

$$(50) \quad V_1 = V_B = V_{Ц};$$

$$(51) \quad S_1 = S_B = S_{Ц};$$

Скорост и ход на рамка 2:

$$(52) \quad V_2 = 0; \quad (53) \quad S_2 = 0;$$

ГПО се определя с израз:

$$(54) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{Ц}} = \frac{2.V_{Ц}}{V_{Ц}} = 2.$$

ПО на рамки 1 и 2:

$$(55) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{Ц}} = \frac{V_{Ц}}{V_{Ц}} = 1;$$

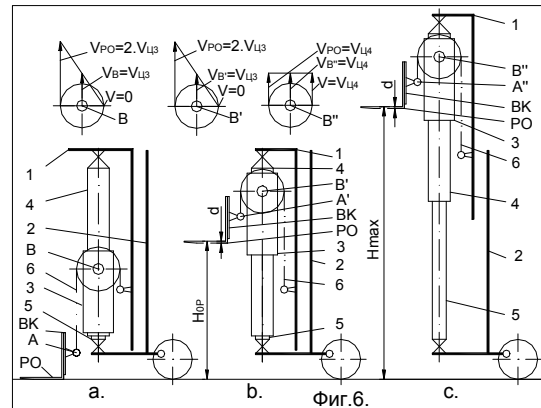
$$(55) \quad k_2 = 0;$$

ПО на ролките на ВК и рамка 1:

$$(56) \quad k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{Ц}} = \frac{2.V_{Ц} - V_{Ц}}{V_{Ц}} = 1;$$

$$(57) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{Ц}} = \frac{V_{Ц} - 0}{V_{Ц}} = 1;$$

5. ПУ с двойно телескопична мачта с работен свободен ход с нормална видимост-фиг.6.



В тази ПУ се вгражда двуходов **телескопичен цилиндър (ТЦ)**, закрепен чрез средния си цилиндър (плунжер) 4 към вътрешната рамка 1 и чрез вътрешното бутало (плунжер) 5 към неподвижната рамка 2, а единият край на ПП 6 е закрепен към вътрешната рамка 1, а другият край на веригата се направлява от носената от външното бутало (плунжер) 3 верижна ролка В и е закрепен към ВК. ТЦ изпълнява два хода. При първия ход (работен свободен ход) рамки 1 и 2 са неподвижни, а се движат външния плунжер 3 на ТЦ заедно с верижната ролка В, която изтегля ВК и РО (т.А). При втория ход средният плунжер 4, заедно с външния плунжер 3, верижната ролка В, вътрешната рамка 1, ВК и РО са неподвижни един спрямо друг, а се движи само на вътрешната рамка 1 спрямо рамка 2 и плунжер 4 спрямо плунжер 5.

- Ход свободно работно повдигане:

Като се разгледа линейното разпределение на скоростите на верижната ролка В могат да се отределят скоростите и пътищата на всички звена от ПУ като функция на скоростта на плунжера 3, означена с $V_{Ц3}$, и хода на плунжера 3, означен е $S_{Ц3}$, при първото движение на ПЦ:

Кинематиката на ПУ при този ход се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на РО:

$$(58) \quad V_{PO} = V_A = 2.V_{ц3};$$

$$(59) \quad S_A = 2.S_{ц3};$$

$$(60) \quad H_{OP} = 2.S_{ц3} + d;$$

Скорост и ход на т.В:

$$(61) \quad V_B = V_{ц3}; \quad (62) \quad S_B = S_{ц3};$$

Скорост и ход на движение на рамки 1 и 2:

$$(63) \quad V_1 = 0; \quad (64) \quad S_1 = 0;$$

$$(65) \quad V_2 = 0; \quad (66) \quad S_2 = 0;$$

ГПО се определя с израза:

$$(67) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{ц3}} = \frac{2.V_{ц3}}{V_{ц3}} = 2.$$

ПО на рамки 1 и 2:

$$(68) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{ц3}} = 0; \quad (66) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{ц3}} = 0;$$

ПО на ролките на ВК и рамка 1:

(67)

$$k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{ц3}} = \frac{2.V_{ц3} - 0}{V_{ц3}} = 2;$$

$$(68) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{ц3}} = \frac{0 - 0}{V_{ц3}} = 0;$$

- Ход работно повдигане:

Кинематиката на ПУ при този ход се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на РО:

$$(69) \quad V_{PO} = V_A = V_{ц4};$$

$$(70) \quad S_A = S_{ц4};$$

Максималната височина на подвигане на работната равнина вилчните рокове (РО) се определя с израза:

$$(71) \quad H_{max} = 2.S_{ц3} + d + S_{ц4};$$

Скоростта и хода на т.В и на рамки 1 и 2 се определя с изразите:

$$(72) \quad V_B = V_{ц4};$$

$$(73) \quad S_B = S_{ц4};$$

$$(74) \quad V_1 = V_{ц4};$$

$$(75) \quad S_1 = S_{ц4};$$

$$(76) \quad V_2 = 0;$$

$$(77) \quad S_2 = 0;$$

ГПО се определя с израза:

$$(78) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{ц4}} = \frac{V_{ц4}}{V_{ц4}} = 1.$$

ПО на рамки 1 и 2 се определят с изразите:

$$(79) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{ц4}} = \frac{V_{ц4}}{V_{ц4}} = 1;$$

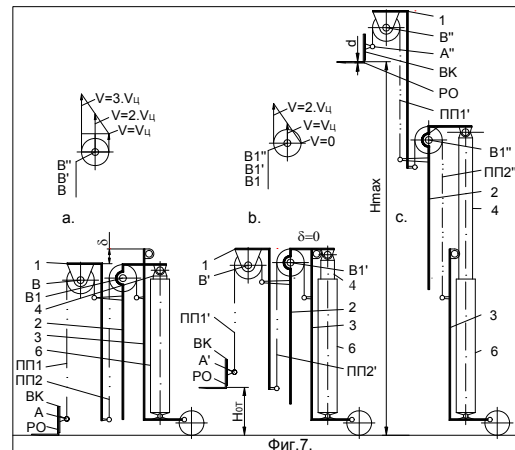
$$(80) \quad k_2 = 0;$$

ПО на ролките на ВК и мачта 1:

$$(81) \quad k_{PBK} = \frac{V_{ц4} - V_{ц4}}{V_{ц4}} = 0;$$

$$(82) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{ц4}} = \frac{V_{ц4} - 0}{V_{ц4}} = 1;$$

6. ПУ с тройнотелескопична мачта с транспортен свободен ход и нормална видимост-фиг.7.



Повдигателният цилиндър е с един ход. Плунжерът 4 се закрепва към средната рамка 2, а външният цилиндър 6 се закрепва към неподвижната рамка 3. Средната рамка 2 носи ролката B_1 на ПП2, единият край на веригата на който е закрепана към неподвижната рамка 3, а вторият край на тази верига е закрепена към вътрешната рамка 1. Вътрешната рамка 1 носи ролката В на ПП1, чиято верига с единия си край е закрепена за средната рамка 2, а с втория си край към ВК. При повдигане на плунжера 4 се повдига средната рамка 2 заедно с опората на веригата на ПП1 и ролка B_1 на ПП2, чиято верига повдига вътрешната рамка 1 с ролка В на ПП1. Веригата на ПП1 повдига ВК с РО.

Кинематичните зависимости за транспортно и работно повдигане са еднакви.

Скорост и ход на РО:

$$(83) \quad V_{PO} = V_A = 3.V_{\text{ц}}.$$

$$(84) \quad S_{PO} = 3.S_{\text{ц}}.$$

Височина H_{OT} на работната равнина на вилчните рокове (РО) при транспортен ход:

$$(85) \quad H_{OT} = 2.\delta = 3.S_{\text{ц}}^* + d.$$

Максимална височина H_{max} на повдигане на работната равнина на вилчните рокове (РО):

$$(86) \quad H_{\text{max}} = 3.S_{\text{ц}} + d.$$

Скорост на движение и ход на рамка 1 и т.В:

$$(87) \quad V_1 = V_B = 2.V_{B1} = 2.V_{\text{ц}}.$$

$$(88) \quad S_1 = S_B = 2.S_{\text{ц}}.$$

Скорост на движение и ход на рамка 2 и т.В1:

$$(89) \quad V_2 = V_{B1} = V_{\text{ц}}.$$

$$(90) \quad S_2 = S_{B1} = S_{\text{ц}}.$$

Скорост и ход на движение на рамка 3:

$$(91) \quad V_3 = 0;$$

$$(92) \quad S_3 = 0.$$

ГПО се определя с израза:

$$(93) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{\text{ц}}} = \frac{3.V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 3.$$

ПО на рамки 1, 2 и 3 се определя с изразите:

$$(94) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{\text{ц}}} = \frac{2.V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 2;$$

$$(95) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{\text{ц}}} = \frac{V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 1.$$

$$(96) \quad k_3 = \frac{V_3}{V_{\text{ц}}} = \frac{0}{V_{\text{ц}}} = 0.$$

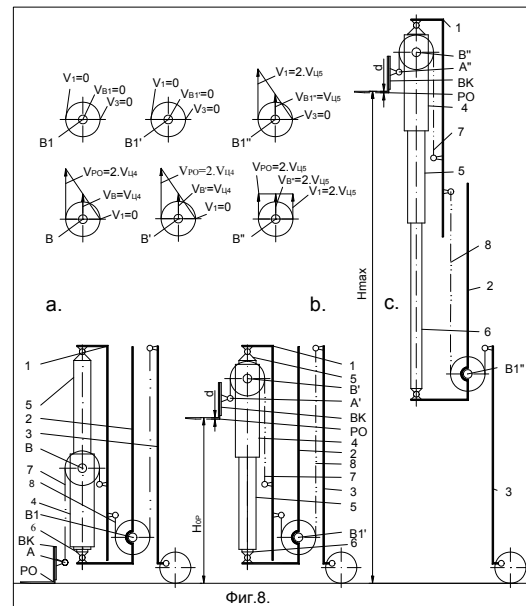
ПО на ролките на ВК и рамки 1 и 2 се определят с изразите:

$$(97) \quad k_{PBK} = \frac{V_{PO} - V_1}{V_{\text{ц}}} = \frac{(3-2).V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 1;$$

$$(98) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{\text{ц}}} = \frac{(2-1).V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 1;$$

$$(99) \quad k_{PP2} = \frac{V_2 - V_3}{V_{\text{ц}}} = \frac{(1-0).V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = 1;$$

7. ПУ с тройно телескопична мачта с работен свободен ход и нормална видимост-фиг.8.



В тази ПУ се вгражда двуходов ТЦ, закрепен чрез средното си бутало (плунжер) 5 към вътрешната мачта 1 и чрез вътрешното си бутало (плунжер) 6 към средната рамка 2. Единият край на ВП 7 е закрепен към вътрешната рамка 1, а другият край на веригата му се направлява от носената от външното бутало (плунжер) 4 верижна ролка В и е закрепен към подвижната плоча на ВК. Верижата на ВП 8 с единия си край е закрепена към вътрешната рамка 1, направлява се от носената от средната рамка 2 верижна ролка B_1 , а вторият ѝ край е закрепен към неподвижната рамка 3. ТЦ изпълнява два хода. При изпълнение на работния свободен (първия) ход рамки 1, 2 и 3 са неподвижни, а се движи външният цилиндър 4 заедно с верижната ролка В, която изтегля ВК и РО (т.А). При втория ход средният плунжер 5, заедно с външния плунжер 4, верижната ролка В, вътрешната рамка 1, ВК и РО са неподвижни един спрямо друг. Те се движат в комплект спрямо средната рамка 2, която изтегля единия край на веригата на ВП 8 през верижната ролка B_1 . С това се постига повдигане на средната рамка 2, тъй като вторият край на веригата на ВП 8 е закрепен към неподвижната рамка 3.

- Работен свободен ход.

Кинематиката на ПУ при този ход се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на РО, т.А, т.В и ВК:

$$(100) \quad V_{PO} = V_A = V_{BK} = 2.V_{ц4}.$$

$$(101) \quad S_{PO} = S_A = S_{BK} = 2.S_{ц4}.$$

Височина на повдигане на РО:

$$(102) \quad H_{OP} = 2.S_{ц4} + d.$$

Скорост и ход на т.В₁ и на рамки 1, 2 и 3:

$$(103) \quad V_1 = V_2 = V_3 = V_{B1} = 0.$$

$$(104) \quad S_1 = S_2 = S_3 = S_{B1} = 0.$$

Скорост и ход на т.В:

$$(105) \quad V_B = V_{ц4}.$$

$$(106) \quad S_B = S_{ц4}.$$

ГПО се определя с израза:

$$(107) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{ц4}} = \frac{2.V_{ц4}}{V_{ц4}} = 2,$$

ПО на рамки 1, 2 и 3 се определя с израза:

$$(108) \quad k_1 = k_2 = k_3 = 0.$$

ПО на ролките на ВК и рамки 1,2 и 3:

$$(109) \quad k_{PBK} = \frac{V_{BK} - V_1}{V_{ц4}} = \frac{(2 - 0).V_{ц4}}{V_{ц4}} = 2$$

$$(110) \quad k_{PP1} = k_{PP2} = k_{PP3} = \frac{0}{V_{ц4}} = 0.$$

- Ход работно повдигане:

Скоростта и ходът на рамка 3 се определят с изрази:

$$(111) \quad V_3 = 0;$$

$$(112) \quad S_3 = 0;$$

От работата на ПП 8 следва:

$$(113) \quad V_1 = 2.V_2;$$

$$(114) \quad V_1 - V_2 = V_{ц5}; \text{ или}$$

$$(115) \quad V_1 = V_2 + V_{ц5};$$

Замества се израз 113 в 115:

$$(116) \quad V_2 + V_{ц5} = 2.V_2;$$

Преработва се израз 116:

$$(117) \quad V_2 = V_{ц5}, \text{ респективно:}$$

$$(118) \quad S_2 = S_{ц5}$$

Замества се израз 117 в 115:

$$(119) \quad V_1 = V_{ц5} + V_{ц5} = 2.V_{ц5}, \text{ а по схема:}$$

$$(120) \quad V_1 = V_{PO} = V_{BK} = V_A = V_B.$$

Аналогично на скоростите на движение са и ходовете:

$$(121) \quad S_1 = S_{PO} = S_{BK} = S_A = S_B = 2.S_{ц5}.$$

ГПО се определя с израза:

$$(122) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{ц5}} = \frac{2.V_{ц5}}{V_{ц5}} = 2,$$

ПО на рамки 1, 2 и 3:

$$(123) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{ц5}} = \frac{2.V_{ц5}}{V_{ц5}} = 2;$$

$$(124) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{ц5}} = \frac{V_{ц5}}{V_{ц5}} = 1;$$

$$(125) \quad k_3 = 0;$$

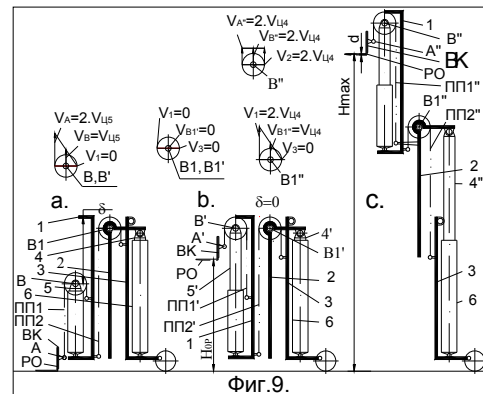
ПО на ролките на ВК и мачти 1 и 2:

$$(126) \quad k_{PBK} = \frac{V_{BK} - V_1}{V_{ц5}} = \frac{(2 - 2).V_{ц5}}{V_{ц5}} = 0$$

$$(127) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{ц5}} = \frac{(2 - 1).V_{ц5}}{V_{ц5}} = 1.$$

$$(128) \quad k_{PP2} = \frac{V_2 - V_3}{V_{ц5}} = \frac{(1 - 0).V_{ц5}}{V_{ц5}} = 1.$$

8. ПУ с тройно телескопична мачта с повишена видимост и работен свободен ход-фиг.9.



ПУ е с три рамки. Означените с 1 и 2 са подвижни, а означената с 3 е неподвижна. В тази ПУ се вграждат два ПЦ . ПЦ 5 се носи от рамка 1, а ПЦ 4 е закрепен за рамка 1, а плунжерът му е закрепен към рамка 2. Веригата на ПП2 се направлява от носената от рамка 1 верижна ролка В1, като единият й край е закрепен към рамка 1, а другият за рамка 3. Веригата на ПП1 се направлява от носената от плунжера на ПЦ 5 верижна ролка В, единият и край е закрепен към рамка 1, а другият и край е закрепен към ВК в т.А. При повдигане с

тази ПУ се изпълняват два хода. При изпълнение на работния свободен (първия) ход рамки 1, 2 и 3 са неподвижни, а се движи плунжерът на ПЦ 5 с верижната ролка В и чрез ПП1 се изтегля т.А, ВК и РО. Това движение продължава до изчерпване хода на ПЦ 5. След изчерпване хода на ПЦ 5 започва движение на плунжера на ПЦ 4, при което се повдига рамка 2 с верижната ролка В1. С това се постига чрез ПП2 подвигане на рамка 1 и неподвижните спрямо нея ПЦ 5, ПП1, ВК и РО.

- Работен свободен ход

Кинематиката на ПУ при този ход се описва с изразите, както следва:

Скорост и ход на РО, т.А, т.В и ВК:

$$(129) \quad V_{PO} = V_A = V_{BK} = 2.V_{Ц5}.$$

$$(130) \quad S_{PO} = S_A = S_{BK} = 2.S_{Ц5}.$$

Скорост и ход на т.В:

$$(131) \quad V_B = V_{Ц5}.$$

$$(132) \quad S_B = S_{Ц5}.$$

Скорост и ход на рамки 1, 2 и 3 т.В1 и ПЦ 4:

$$(133) \quad V_1 = V_2 = V_3 = V_{B1} = V_{Ц4} = 0$$

$$(134) \quad S_1 = S_2 = S_3 = S_{B1} = S_{Ц4} = 0$$

ГПО се определя с израза:

$$(135) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{Ц5}} = \frac{2.V_{Ц5}}{V_{Ц5}} = 2,$$

ПО на рамки 1, 2 и 3 се определя с израза:

$$(136) \quad k_1 = k_2 = k_3 = 0.$$

ПО на ролките на ВК и рамки 1, 2 и 3:

$$(137) \quad k_{PBK} = \frac{V_{BK} - V_1}{V_{Ц5}} = \frac{(2-0).V_{Ц5}}{V_{Ц5}} = 2.$$

$$(138) \quad k_{PP1} = k_{PP2} = k_{PP3} = \frac{0}{V_{Ц5}} = 0.$$

- Ход работно повдигане:

Скоростта и ходът на рамка 3 се определят с изрази:

$$(139) \quad V_3 = 0;$$

$$(140) \quad S_3 = 0;$$

Скоростта и ходът на рамки 1 и 2, на РО и ВК се определят с изрази:

$$(141) \quad V_2 = V_{B1} = V_{Ц4};$$

$$(140) \quad S_2 = S_{B1} = S_{Ц4};$$

$$(141) \quad V_1 = V_{BK} = V_{PO} = 2.V_{Ц4};$$

$$(142) \quad S_1 = S_{BK} = S_{PO} = 2.S_{Ц4};$$

ГПО се определя с израза:

$$(143) \quad k = \frac{V_{PO}}{V_{Ц4}} = \frac{2.V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 2,$$

ПО на рамки 1, 2 и 3 се определя с изразите:

$$(144) \quad k_1 = \frac{V_1}{V_{Ц4}} = \frac{2.V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 2.$$

$$(145) \quad k_2 = \frac{V_2}{V_{Ц4}} = \frac{V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 1.$$

$$(146) \quad k_3 = \frac{V_3}{V_{Ц4}} = \frac{0}{V_{Ц4}} = 0.$$

ПО на ролките на ВК и на рамки 1 и 2:

$$(147) \quad k_{PBK} = \frac{V_{BK} - V_1}{V_{Ц4}} = \frac{(0-0).V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 0.$$

$$(148) \quad k_{PP1} = \frac{V_1 - V_2}{V_{Ц4}} = \frac{(2-1).V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 1.$$

$$(149) \quad k_{PP2} = \frac{V_3 - V_3}{V_{Ц4}} = \frac{(1-0).V_{Ц4}}{V_{Ц4}} = 1.$$

РЕЗУЛТАТИ:

За осем масово употребявани схеми на ПУ за вграждане в кари са изведени формули за определяне на скоростта и хода на движение на характерните подвижни детайли и възли, както и предавателните отношения на подвижните детайли и възли спрямо скоростта на движение на буталото на ПЦ.

ИЗВОДИ: Получените резултати могат да се използват за кинематични и силови изчисления при анализ и синтез на описаните кинематични схеми.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Георгиев Г. Д. "Проектиране, конструиране и изчисляване на кара" София – ТЕХНИКА - 1980 г.
[2] Оракалиев Д. и к-в. „Електрокари” – София – ТЕХНИКА - 1974 г.

KINEMATIKAL ANALYSIS FOR LIFT GEARS FOR LIFT TRACKS

Petar Petrov

HST „TODOR KABLESHKOV” – Sofia

Key words: *kinematical analysis, lifting gear, transmission ratio, working part, vertical part, lifting cylinder, polyspast*

Abstract: *It is given a kinematical analysis for mass implemented in lift tracks lift gears. There are several formulas for speed and term of movement of working part, vertical carrigge and maintaining frames of the lifting gear. Also there are formulas for main gear ratio and transmission ratios of the speeds of movement of current moving parts to the speed of movement of the piston of lifting cylinder.*