

УДК 677.057.212.001.5

О целесообразности использования обращенного кривошипно-ползунного механизма иглы в машинах двухниточного цепного стежка

Канд. техн. наук доц. В. А. ПИЩИКОВ, инж. В. А. ГОРОБЕЦ

Киевский технологический институт
легкой промышленности

В работе [1] показана нецелесообразность использования так называемого обращенного кривошипно-ползунного механизма иглы в челночных швейных машинах. Отмечено также, что применение обращенного механизма вместо нормального в машинах двухниточного цепного стежка не обеспечивает сколь-нибудь существенного уменьшения скорости движения иглы в интервале взаимодействия петлителя с двумя или несколькими иглами. В этом смысле скорость иглы обращенного механизма, мало отличаясь в интервале взаимодействия от скорости иглы нормального механизма, сама по себе не оказывает существенного влияния на условия взаимодействия петлителя с иглой. Вместе с тем, использование обращенного механизма иглы вместо нормального кривошипно-ползунного механизма в машинах двухниточного цепного стежка может служить эффективным средством улучшения условий взаимодействия петлителя с иглой, позволяющим увеличить расстояние между иглами в машинах с одним петлителем, или допустимое поперечное смещение иглы в машинах для получения зигзагообразной строчки. Однако это лишь в малой степени связано с уменьшением скорости иглы при взаимодействии и соответственно увеличением интервала взаимодействия. Эффективность использования обращенного механизма обусловлена, главным образом, увеличением скорости перемещения петлителя в результате смещения интервала взаимодействия, то есть изменения циклограммы: графическая интерпретация вышеизложенного показана на рис. 1, где изображены графики перемещения иглы обращенного и нормального механизмов, имеющих минимально необходимые хода [2] и совмещенный график перемещения петлителя. Последний имеет гармонический закон движения $L = \frac{L_x}{2} (1 - \cos \varphi)$ и величину хода, обеспечивающую соблюдение условий взаимодействия петлителя с иглой как при нормальном, так и при обращенном механизме.

Интервал взаимодействия нормального механизма иглы $\Delta\varphi$ и интервал взаимодействия обращенного механизма $\Delta\varphi'$, являясь функциями соответствующих законов перемещения иглы, при одинаковом подъеме

иглы $S_1=S'_1$, $S_2=S'_2$, $\Delta S=\Delta S'$ ($\Delta S=S_2-S_1$, $\Delta S'=S'_2-S'_1$) мало отличаются друг от друга по величине. Интервал $\Delta\varphi'$ примерно на 20% больше интервала $\Delta\varphi$. Однако благодаря тому, что в обращенном механизме движение иглы из крайнего нижнего положения происходит медленнее ($\varphi'_1 > \varphi_1$), интервал взаимодействия $\Delta\varphi'$ оказывается смещенным относительно интервала взаимодействия $\Delta\varphi$ вправо, в область более высокой скорости движения петлителя. Поэтому в случае использования обращенного механизма иглы перемещению петлителя $\Delta L'$, соответствующее интервалу взаимодействия $\Delta\varphi'$ и равное допустимому расстоянию между иглами или допустимой величине зигзага, значительно больше величины ΔL , отвечающей интервалу $\Delta\varphi$, в случае использования нормального кривошипно-ползунного механизма иглы.

Отметим, что указанный выигрыш, полученный от использования обращенного механизма вместо нормального, уменьшается с уменьшением соотношения длины кривошипа к длине шатуна $\lambda = \frac{r}{l}$.

Эффективность использования обращенного кривошипно-ползунного механизма вместо нормального в зависимости от хода иглы, хода петлителя и λ показана на примере расчета допустимого расстояния между двумя иглами, взаимодействующими с одним петлителем.

Величину перемещения иглы в материале (второй, установленной более низко иглы) примем равной 25 мм ($S=25$ мм), а соответствующий угол φ поворота кривошипа, обеспечивающий указанное перемещение, равным 130° . [2]. Подъем первой и второй игл из крайнего нижнего положения до момента захвата петли-напуска петлителем примем равным соответственно $S_1=3$ мм и $S_2=7$ мм.

Заметим, что принятое для расчета и обычно имеющее место в машинах двухниточного цепного стежка сравнительно большое значение подъема иглы S_1 объясняется необходимостью использования соответствующего перемещения иглы на заключительном этапе рабочего процесса (при ее движении вниз) для предварительной затяжки стежка, а сравнительно большое значение максимального подъема иглы S_2 в машинах двухниточного цепного стежка допускается в связи с возможностью сокращения периметра петли-напуска верхней нити при помощи нитеподатчика, что обеспечивает сохранение пригодной для захвата петли при подъеме иглы на 7—8 мм.

Используя функцию положения ведомого звена центрального кривошипно-ползунного механизма

$$S_x = r \left(1 \pm \frac{1}{\lambda} - \cos \varphi \mp \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} \right)$$

и вытекающие из этой формулы зависимости величины хода иглы и размера кривошипа

$$0,5S_x = r = \frac{s}{1 + \frac{1}{\lambda} - \cos \varphi - \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}}$$

Для нормального механизма и

$$0,5S'_x = r' = \frac{s}{1 - \frac{1}{\lambda} - \cos \varphi + \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}}$$

для обращенного механизма, определяем минимально необходимые хода иглы S_x и S'_x , размеры кривошипов r ; r' и шатунов l , l' соответственно для нормального и обращенного механизмов.

При $\lambda=0,5$ получаем: $S_x=27,8$ мм; $r=13,9$ мм; $l=27,8$ мм; $S'_x=33,6$ мм; $r'=16,8$ мм; $l'=33,6$ мм.

Начало φ_1 , φ'_1 и конец φ_2 , φ'_2 интервалов взаимодействия соответственно нормального и обращенного механизмов определяем по формулам, вытекающим из теоремы косинусов.

Для нормального механизма

$$\varphi_i = \arccos \frac{r^2 + (r + l - S_i)^2 - l^2}{2r(r + l - S_i)}, \quad (1)$$

$$\varphi_1 = \arccos \frac{13,9^2 + (13,9 + 27,8 - 3)^2 - 27,8^2}{2 \cdot 13,9(13,9 + 27,8 - 3)} = 32^\circ,$$

$$\varphi_2 = \arccos \frac{13,9^2 + (13,9 + 27,8 - 7)^2 - 27,8^2}{2 \cdot 13,9(13,9 + 27,8 - 7)} = 50^\circ,$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 50^\circ - 32^\circ = 18^\circ.$$

Для обращенного механизма

$$\varphi'_i = \arccos \frac{l^2 - r^2 - (l - r + S_i)^2}{2r(l - r + S_i)}, \quad (2)$$

$$\varphi'_1 = \arccos \frac{33,6^2 - 16,8^2 - (33,6 - 16,8 + 3)^2}{2 \cdot 16,8(33,6 - 16,8 + 3)} = 48^\circ,$$

$$\varphi'_2 = \arccos \frac{33,6^2 - 16,8^2 - (33,6 - 16,8 + 7)^2}{2 \cdot 16,8(33,6 - 16,8 + 7)} = 70^\circ,$$

$$\Delta\varphi' = \varphi'_2 - \varphi'_1 = 70^\circ - 48^\circ = 22^\circ.$$

Приняв гармонический закон движения петлителя $L = \frac{L_x}{2}(1 - \cos \varphi)$, определяем минимально-необходимые значения ходов петлителя, обеспечивающие соблюдение условий взаимодействия петлителя с иглами в случаях использования нормального и обращенного механизмов игл.

Эта операция выполняется по методике [2] с той лишь особенностью, что расчет хода петлителя ведется по условию взаимодействия со второй иглой, то есть по значениям φ_2 , φ'_2 .

Необходимую для расчета величину c , характеризующую положение петлителя в момент проникновения иглы в петлю петлителя, принимаем равной 5 мм ($c=5$ мм) (рис. 1).

Значения углов φ_3 и φ'_3 , характеризующих момент проникновения иглы в петлю петлителя на величину $a=2$ мм, достаточную для обеспечения «закола», находим, исходя из значения S_3 , показывающего положение иглы по высоте к моменту завершения «закола» ($S_3=15$ мм), используя формулы (1), (2).

Для нормального механизма

$$\varphi_3 = 360^\circ - \arccos \frac{r^2 + (l + r - S_3)^2 - l^2}{2r(r + l - S_3)} = 280^\circ 30',$$

для обращенного механизма

$$\varphi'_3 = 180^\circ + \arccos \frac{r^2 + (l - r + S_3)^2 - l^2}{2r(l - r + S_3)} = 261^\circ 30'.$$

Минимально необходимый ход петлителя в случае использования нормального механизма находим по формуле

$$L_x = \frac{2c}{\cos \varphi_2 - \cos \varphi_3}, \quad (3)$$

$$L_x = \frac{2 \cdot 5}{\cos 50^\circ - \cos 280^\circ 30'} = 21,7 \text{ мм.}$$

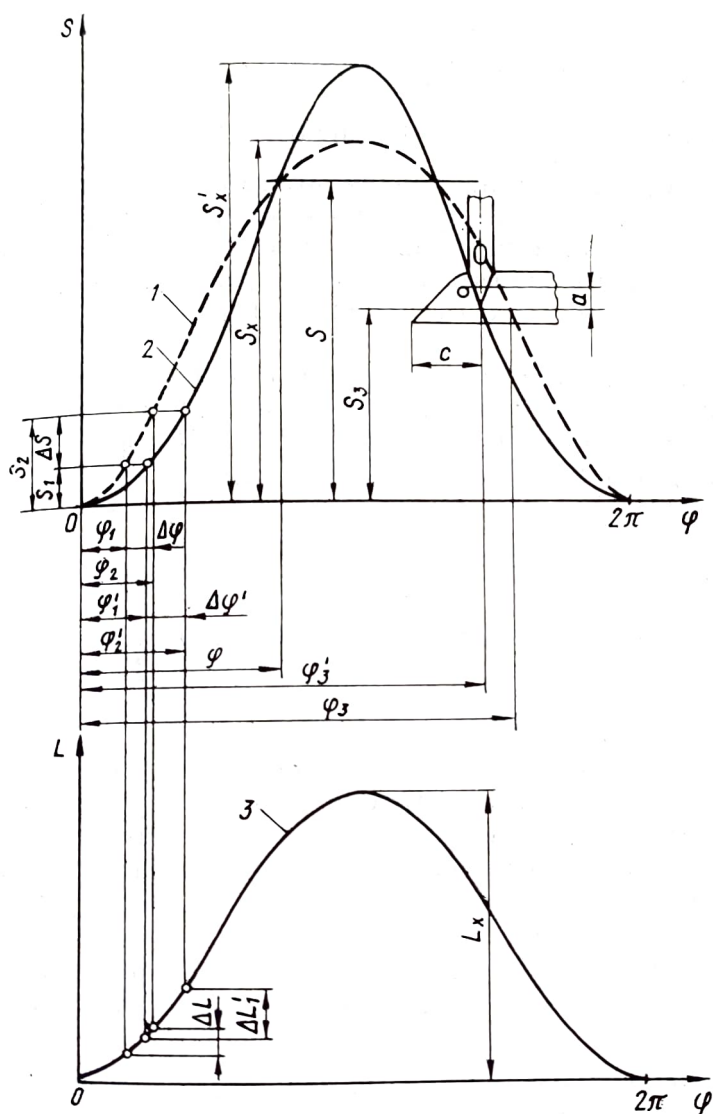


Рис. 1. Синхрограмма механизмов иглы и поперечного перемещения петлителя машины двухниточного цепного стежка:

1, 2 — графики функции перемещения иглы соответственно нормального и обращенного механизмов; 3 — график функции поперечного перемещения петлителя.

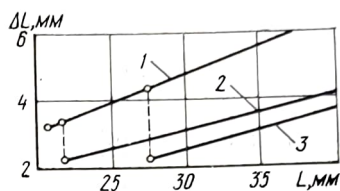


Рис. 2. Зависимость допустимого расстояния между иглами ΔL от величины хода петлителя: 1, 2 — соответственно для обращенного и нормального механизмов с минимально-необходимым ходом; 3 — для нормального механизма с величиной хода, равной ходу обращенного механизма.

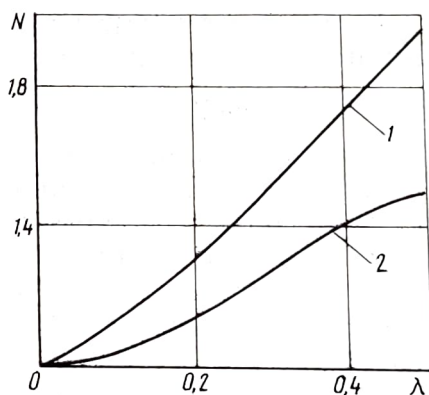


Рис. 3. Изменение показателя эффективности N в зависимости от величины λ :

1 — в случае одинаковых ходов иглы и одинаковых ходов петлителя; 2 — при минимально-необходимых ходах нормального и обращенного механизмов иглы и соответствующих ходах петлителя.

Соответственно при обращенном механизме иглы минимально необходимый ход петлителя

$$L'_x = \frac{2c}{\cos \varphi'_2 - \cos \varphi'_3},$$

$$L'_x = \frac{2 \cdot 5}{\cos 70^\circ - \cos 261^\circ 30'} = 20,4 \text{ мм.} \quad (4)$$

Максимально допустимое расстояние между двумя иглами в случае использования нормального или обращенного механизмов определяем как величину перемещения петлителя ΔL или $\Delta L'$ в соответствующих интервалах $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi$, $\varphi'_2 - \varphi'_1 = \Delta\varphi'$.

$$\Delta L = 0,5L_x (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) = 2,2 \text{ мм,} \quad (5)$$

$$\Delta L' = 0,5L'_x (\cos \varphi'_1 - \cos \varphi'_2) = 3,3 \text{ мм.} \quad (6)$$

Показатель эффективности $N = \frac{\Delta L'}{\Delta L} = 1,5$. С увеличением хода петлителя максимально допустимая величина между иглами или допустимая величина зигзага возрастает (рис. 2, 1, 2). Отметим, что если для нормального механизма принять ход, одинаковый с необходимым ходом обращенного механизма, то эффективность замены нормального механизма обращенным окажется выше за счет уменьшения допустимого расстояния ΔL (рис. 2, 3).

Например, приняв в нашем случае ход иглы нормального механизма равным минимально необходимому ходу иглы обращенного механизма $S_x = S'_x = 33,6$ мм, находим по формуле (1) $\varphi_1 = 29^\circ$, $\varphi_2 = 45^\circ$, $\varphi_3 = 290^\circ$.

Тогда минимально необходимый ход петлителя по (3)

$$L_x = \frac{2 \cdot 5}{\cos 45^\circ - \cos 290^\circ} = 27,4 \text{ мм.}$$

В этом случае максимально допустимое расстояние между иглами, найденное по формулам (5) и (6), составит $\Delta L = 2,3$ мм, $\Delta L' = 4,5$ мм. Показатель эффективности $N = \frac{4,5}{2,3} = 1,96$.

Для функциональной оценки нормального и обращенного механизмов иглы и соответствующего механизма петлителя определяем отношение скорости перемещения петлителя к скорости перемещения иглы в момент захвата петли напуска K_1 и отношение скорости перемещения иглы к скорости перемещения петлителя в момент «закола» K_2 [3]. Определяем аналоги скорости иглы нормального и обращенного механизмов в момент захвата петли-напуска петлителем, аналоги скорости второй иглы в момент «закола», а также соответствующие аналоги скорости петлителя.

Скорость иглы и петлителя $v = \frac{dS}{dt}$, $u = \frac{dL}{dt}$, но $dt = \frac{d\varphi}{\omega}$, где $\omega = \text{const}$.

Поэтому

$$K_1 = \frac{v}{u} = \frac{\frac{dS}{d\varphi}}{\frac{dL}{d\varphi}},$$

$$K_2 = \frac{u}{v} = \frac{\frac{dL}{d\varphi}}{\frac{dS}{d\varphi}},$$

$$\frac{dS}{d\varphi} = \left[r \left(1 - \cos \varphi \pm \frac{1}{\lambda} \mp \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} \right) \right]' =$$

$$= r \left(\sin \varphi \pm \frac{\lambda \sin 2\varphi}{2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} \right),$$

$$\frac{dL}{d\varphi} = \left[\frac{L_x}{2} (1 - \cos \varphi) \right]' = \frac{L_x}{2} \sin \varphi,$$

$$K_1 = \frac{r \left(\sin \varphi \pm \frac{\lambda \sin 2\varphi}{2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} \right)}{\frac{L_x}{2} \sin \varphi},$$

$$K_2 = \frac{\frac{L_x}{2} \sin \varphi}{r \left(\sin \varphi \pm \frac{\lambda \sin 2\varphi}{2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} \right)}.$$

Результаты расчета допустимого расстояния между иглами и функциональных характеристик для минимально необходимых ходов иглы и петлителя и их комбинаций приведены в таблице.

Структура кривошипно-ползунного механизма	Ход иглы S_x , мм	Ход петлителя L_x , мм	Расстояние между иглами ΔL , мм	Функциональные характеристики	
				K_1	K_2
Нормальный	27,8*	21,7*	2,2	0,8	1,4
Обращенный	33,6*	20,4*	3,3	0,8	1,8
Обращенный	33,6*	21,7	3,5	0,8	1,7
Нормальный	33,6	27,4*	2,3	0,6	1,4
Обращенный	33,6*	27,4	4,5	1,1	1,3

* Минимально-необходимые значения ходов.

Изменение коэффициента эффективности использования обращенного механизма вместо нормального в зависимости от величины λ показано на рис. 3.

ВЫВОДЫ

При заданном ходе иглы в материале и соответствующем угле поворота главного вала, обеспечивающем нахождение иглы над материалом в течение времени, необходимого для его перемещения, допустимое расстояние между иглами, взаимодействующими с одним петлителем (или максимальная величина зигзага) в случае использования обращен-

ного механизма при $\lambda=0,3-0,5$ примерно в 1,3—1,5 раза больше, чем при использовании нормального механизма. При этом необходимый ход иглы обращенного механизма больше, а ход петлителя несколько меньше необходимого хода нормального механизма.

При одинаковом ходе иглы и одинаковом ходе петлителя эффективность использования обращенного механизма вместо нормального особенно высока. Допустимое расстояние между иглами (или максимальная величина зигзага) при использовании обращенного механизма (при $\lambda=0,3-0,5$) в 1,8—2 раза больше, чем при использовании нормального механизма.

При использовании обращенного механизма условия взаимодействия петлителя с иглой в момент захвата петли-напуска при одинаковом ходе петлителя существенно лучше, чем при использовании нормального механизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Пищиков, Б. В. Щегловский, Известия вузов, «Технология легкой промышленности», № 5, 1975.
2. В. А. Пищиков, Н. К. Сараев, А. И. Трачун, Известия вузов, «Технология легкой промышленности», № 3, 1974.
3. В. А. Пищиков, А. И. Трачун, Известия вузов, «Технология легкой промышленности», № 5, 1976.

*Рекомендована кафедрой
машин и аппаратов
швейного и трикотажного производств
КТИЛПа*

*Поступила в редакцию
5 июля 1976 г.*