

УДК 677.024

**О ВЫБОРЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ
ПРИМЕНЯЕМОГО В ПРИВОДЕ
ЗЕВООБРАЗУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА (ЗОМ)
ТКАЦКОГО СТАНКА**

В.А. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, А.В. ЛЕБЗАК

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Приводное звено ЗОМ может перемещаться по различным законам в зависимости от формы функции ускорения. В качестве примера рассмотрим закон движения приводного элемента ЗОМ, выраженного одним из видов законов Неклютина [1], [2]. Для группы законов Неклютина, у которых функция ускорения симметрична как в ее положительной, так и отрицательной фазах, введем обозначение МТРАП-С_{кт}, где коэффициент k_т обозначает отношение фазового угла развития ускорения к фазовому углу положительной фазы ускорения.

Для расчета были приняты следующие исходные данные: фазовый угол вращения главного вала станка 0...360°; центр ролика коромысла кулачкового механизма привода перемещается на 28 мм; минимальный

радиус кулачка 124,5 мм; максимальный радиус 152,5 мм. Коромысло длиной 70 мм совершает качание на угол 23,104404°; значение k_т задается в пределах 0,0...0,5 с шагом 0,15.

Проанализируем законы движения МТРАП-С_{кт} с использованием многокритериального анализа по методике, описанной в [3].

Результаты анализа показали, что закон движения МТРАП-С_{кт} при k_т=0,0 имеет минимальное значение ускорения A_{ε0}, но обуславливает "мягкий" удар в середине цикла движения привода ремизки; при k_т =0,5 закон МТРАП-С_{кт} вырождается в гармонический и максимальная амплитуда его ускорения A_{ε5}=1,57A_{ε0}, то есть на 57% больше, чем при k_т=0,0.

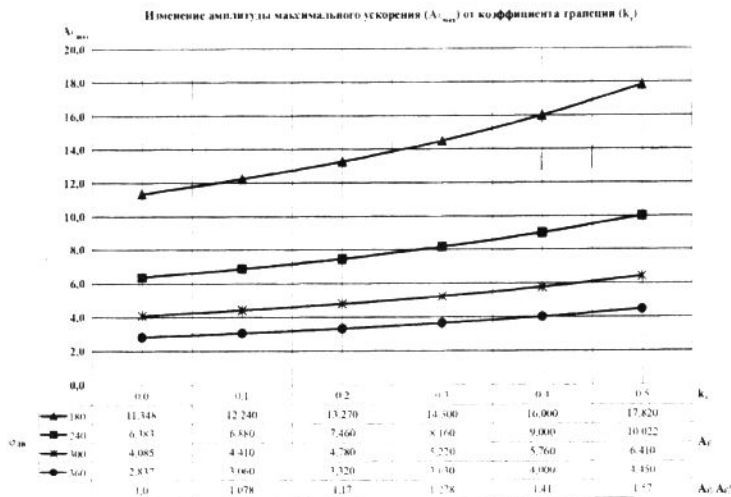


Рис. 1

На рис. 1 показаны графики изменения значений $A_{\epsilon_{\max}}$ в зависимости от цикловых углов движения $\varphi_{\text{ув}}$ равных: 180° , 240° , 300° , 360° при изменении k_T от 0,0 до 0,5.

Изменение $A_{\epsilon_{\max}}$ в зависимости от $\varphi_{\text{дв}}$ и k_T может быть выражено формулами:

$$A_{\epsilon} = (1 + 0,742k_T + 0,346k_T^2 + 0,901k_T^3)A_{\epsilon}^0,$$

или

$$A_{\epsilon} = (1 + 0,742k_T + 0,346k_T^2 + 0,901k_T^3)4S/\varphi_{\text{дв}}^2,$$

где A_{ϵ}^0 – значение ускорения при $k_T = 0,0^*$.

Расчет показывает, что величина максимального ускорения A_{ϵ} возрастает с увеличением k_T и уменьшается пропорционально квадрату увеличения фазового угла движения $\varphi_{\text{дв}}$. Величина амплитуды максимального ускорения A_{ϵ} увеличивается пропорционально перемещению рабочего органа S или роста максимального значения $A_{S_{\max}}$. Зависимость от $A_{\epsilon}^{k_T}$ в долях от A_{ϵ}^0 может быть выражена формулой:

$$A_{\epsilon}^{k_T}/A_{\epsilon}^0 = 1 + 0,742k_T + 0,346k_T^2 + 0,901k_T^3.$$

Значения $A_{\epsilon}^{k_T}/A_{\epsilon}^0$ от k_T представлены в табл. 1.

Таблица 1

k_T	0,0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,33	0,35	0,4	0,45	0,5
$A_{\epsilon}^{k_T}/A_{\epsilon}^0$	1	1,078	1,122	1,17	1,221	1,278	1,315	1,341	1,41	1,486	1,57

Как показывает расчет, величина фазового угла выстоя $\varphi_{\text{ув}}$ увеличивается пропорционально росту $\varphi_{\text{дв}}$ и возрастает с увеличением k_T и ΔA_S , то есть с ростом вели-

чины перемещения ремизки или рабочего органа, приводящего ее в движение. Увеличение угла $\varphi_{\text{ув}}$ с ростом значения k_T от 0,0 до 0,5 составляет 27,4%.

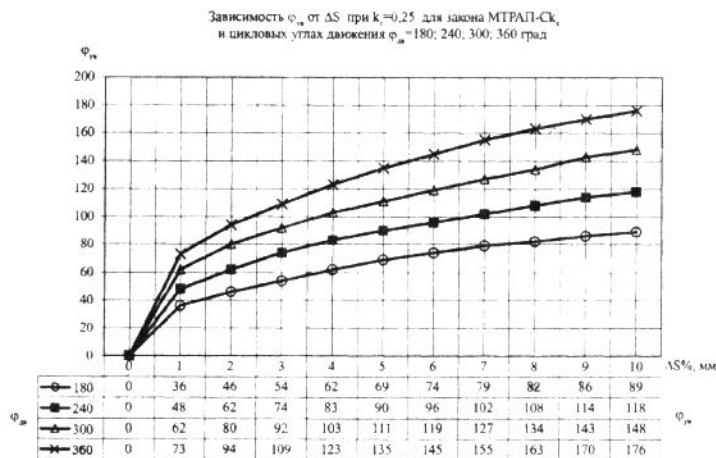


Рис. 2

На рис. 2 показаны графики зависимости $\varphi_{\text{ув}}$ от ΔA_S (при различных значениях $\varphi_{\text{дв}}$ для закона движения с $k_T = 0,25$), из которых следует, что резкое нарастание значения $\varphi_{\text{ув}}$ оканчивается в зоне значений ΔA_S , равной 3,5%, и в дальнейшем, то есть при росте ΔA_S более чем на 5,5%, увеличение $\varphi_{\text{ув}}$ происходит практически пропорционально ΔA_S с коэффициентом $k_{\varphi S} \approx 2$, то есть 1% приращения амплитуды перемещения A_S увеличивает $\varphi_{\text{ув}}$ на 2,0...2,7%.

Как видно из графиков рис. 1 и 2, A_{ϵ} и $\varphi_{\text{ув}}$ – обе функции увеличиваются с ростом k_T и нет такого значения k_T , при котором минимуму A_{ϵ} соответствовало бы максимальное значение $\varphi_{\text{ув}}$. Параметры $\varphi_{\text{ув}}$, A_{ϵ} и k_T находятся в однозначном соответствии, причем величина $\varphi_{\text{ув}}$ зависит от принимаемого значения ΔA_S , или последнее может быть однозначно определено при заданных значениях $\varphi_{\text{ув}}$ и A_{ϵ} .

* В дальнейшем значения параметров с индексом 0 в верхнем регистре берутся при значении $k_T = 0,0$.

В связи с тем, что установленные зависимости нелинейны, имеет смысл рассмотреть зависимость увеличения $\varphi_{ув}$ от $A\epsilon$ (то есть от $\varphi_{дв}$ и k_T) при выбранном значении ΔA_S . Анализ графика рис. 2 и зависимости $\varphi_{ув}$ от k_T показывает, что величина ΔA_S практически не зависит от $\varphi_{дв}$, а зависит только

от k_T , поэтому, приняв ΔA_S равным 5,0% от A_{Smax} , или от α_k – угла качания ведущего звена привода (коромысла кулачкового привода, журавлика ремизоподъемной каретки или ножей жаккардовой машины), рассмотрим зависимость $\varphi_{ув}$ от $\varphi_{дв}$ и k_T при $\Delta A_S = 5,0\%$.

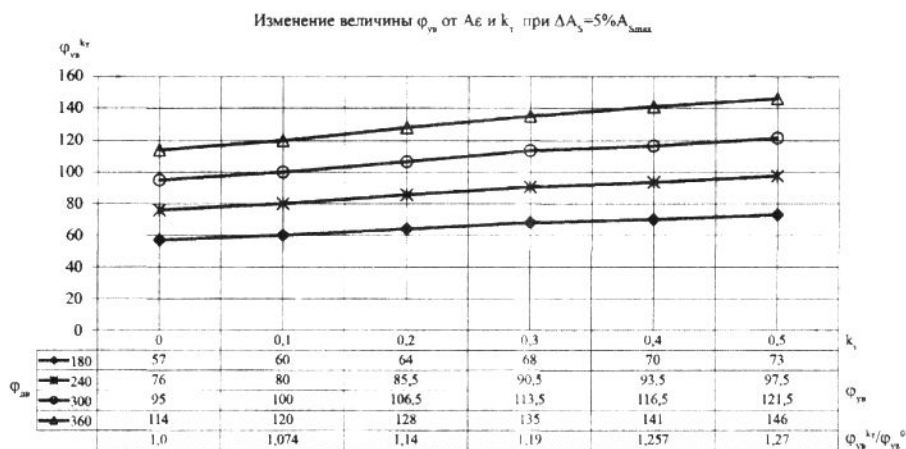


Рис. 3

На рис. 3 в таблице и графиках показан рост величины $\varphi_{ув}$ от k_T и $\varphi_{дв}$ при $\Delta A_S = 5,0\%$.

Величина $\varphi_{ув}$ увеличивается пропорционально росту $\varphi_{дв}$ и возрастает с увеличением k_T на 27,4%. Изменение $\varphi_{ув}$ в зависимости от $\varphi_{дв}$ и k_T при $\Delta A_S = 5\%$ от A_{Smax} можно выразить так:

$$\varphi_{ув}^{k_T} = (1 + 0,775k_T - 0,379k_T^2 - 0,162k_T^3)\varphi_{ув}^0.$$

Зависимость $\varphi_{ув}^0$ от $\Delta A_S\%$ для закона движения, имеющего $k_T = 0,0$ и $\varphi_{дв} = 180^\circ$ до $\Delta A_S = 5,0\%$, можно представить следующим образом:

$$\varphi_{ув}^0 = 0,484 + 29,963\Delta A_S\% - 7,165\Delta A_S\%^2 + 0,689\Delta A_S\%^3.$$

В табл. 2 приведены значения угла $\varphi_{ув}$ в зависимости от роста ΔA_S .

Таблица 2

№ п/п	Параметр	Значение параметра							
		1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
1	Увеличение зева после влета прокладчика $\Delta A_S\%$ от A_{Smax} , %	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
2	Угол условного вывота $\varphi_{ув}$ при $k_T=0,0$, град, ЦД	23,97	41,38	57,3	70,0	82	98,5	113,5	127,5

Увеличение натяжения основы при зевобразовании $T_{зев}$ в зависимости от номе-

ра ремизки и величины заправочного натяжения $T_{запр}$ представлено в табл. 3.

Таблица 3

$T_{основы}$	Номер ремизки от берда			
	1...5	6...10	1...14	15...18
Среднее натяжение $T_{зев}$	(1,6...1,8) $T_{запр}$	(2,1...3,2) $T_{запр}$	(3,4...4,6) $T_{запр}$	(4,8...6,2) $T_{запр}$
Максимальное натяжение	(1,7...1,9) $T_{запр}$	(2,3...3,5) $T_{запр}$	(3,7...5,0) $T_{запр}$	(5,2...6,7) $T_{запр}$

Возрастание натяжения зевообразования $T_{зев}$ при превышении высоты $H_{зев}$ зева

в процентах показано в табл. 4.

Таблица 4

№ п/п	Параметр, %	% увеличения величины параметра						
		1,25	2,5	3,75	5,0	6,25	7,5	10,0
1	ΔA_S	1,25	2,5	3,75	5,0	6,25	7,5	10,0
2	$\Delta H_{зев}$	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	20,0
3	$\Delta T_{зев}$	5,0	10,25	15,56	21,0	26,56	32,25	44,0
4	$\Delta T_{зевmax}$	13,4	19,0	24,7	30,4	36,3	42,3	54,5

Превышение высоты зева на величину ΔH более 5...6% приведет к росту натяжения основы с учетом коэффициента вариации натяжения при зевообразовании на 20...25%. Увеличение высоты зева более чем на 10% становится технологически неприемлемым.

Таким образом, рассмотрение зависимости увеличения угла условного выстоя $\varphi_{ув}$ от параметра закона k_T и увеличения натяжения зевообразования $T_{зев}$ от превышения высоты зева более 10...12% показывает, что при расчете величины $\varphi_{ув}$ следует ограничиться величиной ΔA_S , равной 5%, так как дальнейшее увеличение высоты зева не приводит к

значительному росту $\varphi_{ув}$, а способствует лишь резкому увеличению натяжения основы, а следовательно, и резкому увеличению ее обрывности.

Таким образом, при выборе и расчете закона движения ремизок, расчете кулачкового привода ремизок, привода журавликов ремизоподъемных кареток или ножей жаккардовых машин следует ограничиваться превышением амплитуды качания приводного звена привода ЗОМ в 5...5,5% от A_{Smax} .

Изменение $\varphi_{ув}$ в зависимости от $\varphi_{дв}$ и k_T при $\Delta A_S=5,0\%$ может быть выражено формулой

$$\varphi_{ув}^{kT} = (0,317 + 0,245k_T - 0,12k_T^2 - 0,0513k_T^3)\varphi_{дв} \text{ при } \Delta A_S=5,0\%.$$

Увеличение k_T ведет к росту как амплитуды ускорения A_a , A_e , так и $\varphi_{ув}$, поэтому проектировщику следует решать, что предпочесть: увеличение угла условного выстоя или снижение амплитуды ускорения. Очевидно, это возможно только при учете реального диапазона частот вращения главных валов ткацких станков различных заправочных ширин и установлен-

ной скорости полета прокладчика $v_{пр}$.

В табл. 5 приведены рабочие скорости станков СТБ различных ширин при средней скорости полета прокладчика $v_{пр}=20-22$ м/с; даны значения оптимального угла заступа и диапазон его изменения; рассчитаны значения цикловых углов полета прокладчика.

Таблица 5

№ п/п	Тип станка	$v_{пр}$, м/с	n, об/мин	Оптимальный фазовый угол установки заступа, град	Диапазон установки заступа, град	Фазовый угол полета прокладчика, град	Фазовый угол полета прокладчика с учетом $D_{заступа}$, град
1	СТБ-180	20	260	35	25	140	165
2	СТБ-220	20	240	35	25	160	185
3	СТБ-250	21	230	22,5	22,5	165	190
4	СТБ-280	21	220	20...25	22,5	175	195
5	СТБ-330	22	210	20...25	22,5	190	215
6	СТБ-360	22	205	20...25	22,5	200	225
7	СТБ-390	24	190	20...25	20,5	215	235

Под диапазоном установки заступа понимается интервал фазовых углов циклограммы ткацкого станка, в пределах кото-

рого возможно изменение положения заступа основных нитей по требованию технологии ткачества [3].

Работа зевобразующего механизма должна обеспечить беспрепятственный пролет прокладчика через зев, то есть угол условного выстоя $\varphi_{ув} > \varphi_{пп}$, или $\varphi_{ув} = \varphi_{пп} + 5^\circ$ фазового угла. Фазовый угол полета прокладчика может быть изменен на ткацком станке с погрешностью до $+5^\circ$ фазового угла, поэтому при наладке станков предлагается увеличивать расчетное значение $\varphi_{пп}$ на 5° фазового угла.

Закон движения ремиз должен обеспечить условный выстой $\varphi_{ув}$ требуемой величины для каждого данного ткацкого станка. В зависимости от заправочной ширины

станка закон движения должен быть различным и обеспечивать угол условного выстоя ремиз: для СТБ-180 – 165° ; для СТБ-220-280 – $185...195^\circ$; для СТБ-330 – 215° ; для СТБ-360 – 225° ; для СТБ-390 – 235° при превышении необходимой и достаточной величины высоты зева не более чем на $5...6\%$.

В табл. 6 представлены законы в форме МТРАП-Ск_т с участком безусловного выстоя ремиз $\varphi_{вр}$, которые могут быть использованы в приводе ЗОМ станков СТБ всей гаммы заправочных ширин.

Таблица 6

№ п/п	Тип станка	Параметры закона МТРАП-Ск _т					
		k_t	$\varphi_{ув}$	$\varphi_{дв}$	$\varphi_{вр}$	$\varphi_{пп}^*$	$A_\varepsilon^{kt=0.5^{**}}$, $A_\varepsilon, \%$
1	СТБ-180	0,2	110	306	54	165	меньше на 7%
2	СТБ-220	0,25	103	278	82	185	меньше на 50%
3	СТБ-250	0,3	98	268	92	190	меньше на 21%
4	СТБ-280	0,3	95	260	100	195	меньше на 14%
5	СТБ-330	0,33(3)	91	236	124	215	больше на 7%
6	СТБ-360	0,35	85	220	140	225	больше на 22%
7	СТБ-390	0,4	81	206	154	235	больше на 35%

ВЫВОДЫ

1. Нецелесообразно на базе законов Нелютина в форме МТРАП-Ск_т создание универсального закона движения для привода ЗОМ ткацких станков различных ширин; каждый тип ткацкого станка в зависимости от его заправочной ширины, скорости прокладки уточины и рабочей скорости станка должен иметь соответствующий закон движения ЗОМ.

2. Применение кулачков с законом движения МТРАП-Ск_т с $k_t = 1/3$ при $\varphi_{вр} = 0$ возможно только на станке СТБ-180 при установке заступа на фазовом угле, равном 35° ; при увеличении высоты зева на $25...30\%$ и увеличении натяжения основы $T_{зев}$ на $50...70\%$ выше оптимального.

3. Для широких ткацких станков с шириной заправки $250...450$ см возможно применение кулачков ЗОМ только с "базовым", "традиционным"¹ или вновь разработанными законами.

4. Для снижения A_ε и увеличения $\varphi_{ув}$, особенно для широких станков, требуется разработка новых законов движения для кулачковых и кареточных приводов современных ткацких станков; разработка должна основываться на предложенной методике многокритериальной оценки и выборе оптимального закона движения рабочего звена привода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левитский Н.М. Кулачковые механизмы. – М.: Машиностроение, 1964.
2. Ротбарт Г.А. Кулачковые механизмы. – М.: Судпромгиз, 1960.
3. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. // Текстильная промышленность. – 2004, № 4.
4. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №5. С.76...80.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 23.06.04.

** $A_\varepsilon^{kt=0.5}$ – величина максимального ускорения при «традиционном» законе ($\varphi_{дв} = 270^\circ$; $\varphi_{вр} = 90^\circ$).

¹ Наименование законов принято по работе [4].