

**МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРИВОДЕ
ЗЕВООБРАЗУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ (ЗОМ)
ТКАЦКОГО СТАНКА**

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

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

В настоящее время нет четкого обоснования, какие законы движения привода ЗОМ лучше применять: "с выстоем", "плавные" или "полуплавные".

При выработке подавляющего ассортимента тканей нет технологической необходимости перемещать ремизки или лица жаккардовой машины ткацкого станка асимметрично относительно точки заступа, то есть точки середины их перемещения, поэтому закон движения рабочего органа кулачкового привода принимается симметричным по форме изменения ускорения в его положительной и отрицательной фазах, а следовательно, по изменению скорости и перемещению (качанию).

В связи с этой технологической предпосылкой, отражающей требования традиционного процесса ткачества, определяющими параметрами закона будут: величина изменения радиуса-вектора эквидистантного профиля кулачка ΔR_z или угол качания коромысла кулачкового механизма α_k ,

или угол качания журавлика, или перемещения ножей жаккардовой машины, а также форма функции ускорения – величины отношения фазовых углов участков изменения функции ускорения к положительному фазовому углу всей положительной фазы ускорения. Указанного комплекта параметров достаточно для того, чтобы описать и исследовать множество законов движения и определить, какие из них применимы для привода ЗОМ ткацких станков.

Величина угла качания α_k коромысла кулачкового механизма привода ЗОМ задается конструкцией приводной кулачковой коробки (ремизоподъемной каретки или жаккардовой машины) конкретного ткацкого станка и может быть изменена только при изменении их конструкции или при модернизации [1], [2].

Величины перемещений каждой конкретной ремизки станка и их позиции (положение заступа, положения открытого

зев) устанавливаются с помощью настроечных четырехзвенников кулачковой коробки привода ЗОМ. Настроечный четырехзвенник устанавливает значение передаточного отношения от радиуса эквидистантного профиля кулачка (контркулачка) к ремизке ткацкого станка и в соответствии с установленной величиной (масштабом) этого передаточного отношения транслирует закон, заложенный в профиле кулачка, на ремизку.

Форму ускорения закона движения ремизки можно принять различной. Ускорение может изменяться по простейшим законам: постоянного ускорения; равномерно увеличивающегося и равномерно уменьшающегося ускорения. Для ускорения могут применяться и более сложные законы: $\sin(k\varphi)$, $\cos(k\varphi)$ или оно может быть постоянным с нулевой или значащей амплитудой A_a ; A_ε [3].

Практика работ зевобразующих механизмов ткацких станков показала, что для привода ремиз и эффективной работы ЗОМ функция ускорения должна иметь достаточно сложный характер и состоять из нескольких участков: отсутствия ускорения, его нарастания, постоянного уровня ускорения, падения ускорения и отсутствия ускорения.

В простейшем случае положительная фаза развития ускорения может содержать минимум один или два участка, а в более сложных случаях иметь три, четыре, пять и более участков изменения формы ускорения. Законы движения, содержащие более шести участков в положительной фазе, используются в случае необходимости применения динамического гашения собственных колебаний системы, при высоких скоростях ее работы и недостаточном демпфировании системы, имеющимся полем диссипативных сил механизма.

Для проведения системного анализа применимости различных законов движения приводного органа ЗОМ (коромысла,

кулачка, журавлика и ножей жаккардовой машины) следует определить количество и содержание изменяемых параметров в исследуемом законе или в их группе. К таким параметрам относятся количество участков положительной фазы развития ускорения и формы ускорения на этих участках. При этом полагается, что функция ускорения развивается непрерывно, без разрывов, однако для ряда форм допускаются скачки функции ускорения на границах участков; длины участков рассматриваются как части фазового угла положительной фазы ускорения и определяются как

$$k_{Ti} = \varphi_i / \varphi_{пу},$$

где φ_i – фазовый угол продолжительности развития формы ускорения для i -й фазы ускорения; $\varphi_{пу}$ – фазовый угол продолжительности положительной фазы ускорения.

В общем случае k_{Ti} может задаваться на отрезке [0; 1], но реально можно принять значение [0,005...0,95]. В расчетах значения k_{Ti} можно задавать с любым шагом, получая различные законы $S(\alpha)$, $V(\omega)$ и $a(\varepsilon)$, полностью характеризующие исследуемый закон движения рабочего органа машины.

Для трехчасткового закона достаточно определить относительную длину двух участков развития ускорения рассматриваемого закона, например, первого и второго, то есть задавать k_{T1} и k_{T2} и исследовать группу законов по изменению каждого из этих параметров.

Исследуем группу законов по заданной выборке соотношения этих параметров, для чего составим желаемую таблицу эксперимента и в соответствии с ней определим расчетное значение задаваемых параметров, расположив их последовательность в соответствии с присвоенными номерами эксперимента, например: выбор сочетания вариантов экспериментов.

Таблица 1

№ эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8
k_1	0,05	0,10	0,15	0,20	0,35	0,40	0,45	0,50
k_2	0,90	0,80	0,70	0,60	0,30	0,20	0,10	0,00

Для четырехчастковых законов необходимо и достаточно задавать три коэффициента относительной длины рассматриваемых участков. Для расчета группы законов следует рассмотреть трехмерную матрицу эксперимента, например, куб k_{T1} , k_{T2} и k_{T3} , и выбрать таблицу вариантов эксперимента.

Для выяснения влияния фазового угла выстоя ремизки рассмотрим группу законов, у которых φ_1 изменяется от 0° до $0,5 \varphi_{пу}$ при сохранении условия $\varphi_2 = \varphi_4 = (\varphi_{пу} - \varphi_1)/4$, при этом $\varphi_3 = (\varphi_{пу} - \varphi_1)/2$, а ускорение на участках φ_1 , φ_2 , φ_3 , и φ_4 имеет соответствующую форму (рис. 1).

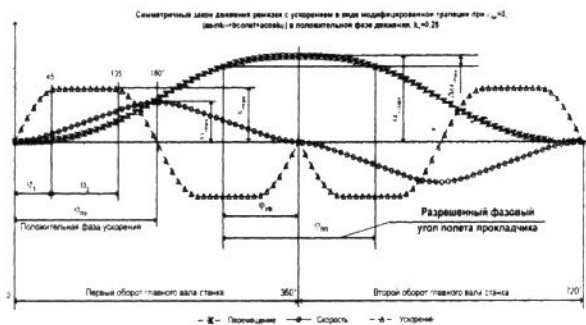


Рис. 1

Пользуясь данной методикой представления параметров закона движения, для проведения их исследования составим таблицы эксперимента для исследования

влияния любого отдельного параметра или группы параметров закона движения, состоящего из четырех-шести и более элементарных участков изменения ускорения как при ускорениях, симметричных в их положительной и отрицательной фазах, так и при необходимости проводить исследование законов, асимметричных по фазам ускорения.

Исследование отдельного закона или группы законов имеет смысл только тогда, когда определен набор критериев оценки этих законов и известны требуемые значения этих критериев или диапазоны, в рамках которых по этим критериям могут быть оценены и выбраны для практического применения рассматриваемые законы.

В [4], [5], где осуществляли анализ и выбор закона движения ремизок ткацкого станка, выбор основывался на одном критерии — величине максимального ускорения, поэтому от законов "с выстоем", то есть от законов, использующих часть полного фазового угла ($0-360^\circ$) на движение, а часть на выстой ремизки, поэтапно (табл. 2) перешли к законам, у которых фаза движения составляет 360° , не обращая внимания на сокращение при этом фазового угла, в течение которого возможен полет прокладчика утка через зев.

Таблица 2

№ п/п	Условное наименование закона	Фазовый угол движения ремизки, град	Фазовый угол выстоя ремизки, град
1	Базовый	180	180
2	Традиционный	270	90
3	Кареточный	300	60
4	Полуплавный	330	30
5	Плавный	360	0

В табл. 3 приведены значения фазовых углов полета прокладчика, разрешенных зевобразованием при условии, что высота зева на $5...7\%$ превосходит необходимое и достаточное раскрытие зева, обеспечивающее прокладчику влет в зев, полет в зеве и вылет его из зева, не касаясь движущихся ветвей зева, то есть с некоторым зазором между ветвью зева и гранью прокладчика (для станков СТБ этот зазор должен быть более 2 мм) [6].

Как видно из табл. 3, с уменьшением угла абсолютного выстоя ремизки $\varphi_{вр}$, то есть с увеличением фазового угла ее движения $\varphi_{дв}$ и вызванного этим уменьшением амплитуды максимального ускорения $A_{\epsilon_{max}}$, разрешенный угол пролета также уменьшается, а это требует: увеличения высоты раскрытия зева; увеличения скорости полета прокладчика; снижения рабочей скорости станка; уменьшения заправочной ширины ткани. Таким образом, задача вы-

бора и применения закона движения ремиз с меньшей амплитудой максимального ускорения от случая простого однокритери-

ального решения переходит в область многокритериального выбора.

Таблица 3

№ п/п	Условное наименование закона	Форма функции положительной фазы ускорения	Фазовый угол абсолютного выстоя ремизки $\varphi_{вр}$, град	Разрешенный зевобразованием фазовый угол полета прокладчика $\varphi_{пп}^*$, град	Фазовый угол условного выстоя ремизки, $\varphi_{ув}$, град
1	Базовый	$\sin(k\varphi) + \cos(k\varphi)$	180	$\leq 250^\circ$	70
2	Традиционный	$\sin(k\varphi) + \cos(k\varphi)$	90	$\leq 195^\circ$	105
3	Кареточный	МТРАП $k_r = 0,25$	60	$\leq 175^\circ$	115
4	Полуплавный	МТРАП $k_r = 1/3$	30	$\leq 155^\circ$	125
5	Плавный	МТРАП $k_r = 1/3$	0	$\leq 140^\circ$	140

Практика оснащения ткацких станков кулачками, обеспечивающими снижение амплитуды ускорения, показала, что для более полной оценки практической применимости новых законов движения необходимо оценивать их работу, по меньшей мере, по двум критериям: фазовому углу $\varphi_{ув}$ условного выстоя ведущего звена механизма привода или рабочего органа – ремизки и по максимальному значению развиваемого ускорения $A_{\epsilon_{max}}$.

Под условным выстоем понимается фазовый угол движения ремизки, на котором ее перемещение незначительно и отличается на величину не более 15% от полного перемещения ремизки. Значение угла $\varphi_{ув}$ условного выстоя не включает в себя выстой ремизки $\varphi_{вр}$, обусловленный принятым законом движения.

С учетом угла условного выстоя разрешенный фазовый угол полета прокладчика $\varphi_{пп}$ определяется по формуле

$$\varphi_{пп} = \varphi_{вр} + 2\varphi_{ув}.$$

Отсюда фазовый угол условного выстоя определяется как удвоенный интервал фазового угла функции перемещения рабочего органа привода ЗОМ, заключенный между двумя значениями фазовых углов, соответствующих двум следующим значениям функции перемещения: первой, составляющей определенную (задаваемую) часть амплитуды максимального перемещения $(0,75-0,99)A_{S_{max}}$, и второй, соответствующей максимальному перемещению $A_{S_{max}}$.

Величина фазового угла $\varphi_{ув}$ условного выстоя зависит от функций изменения перемещения A_S на участках фазовых углов, примыкающих к выстою ремизки. Разница начальной и конечной амплитуд перемещения рабочего органа механизма: центра каточка коромысла или перемещения ремизки может назначаться достаточно субъективно и составить от 1 до 25% от значения $A_{S_{max}}$.

Технологическая возможность превышения высоты зева на работающем ткацком станке определяется качеством нитей основы, равномерностью уработки нитей основы в раппорте переплетения и величиной удельного удлинения отдельных нитей в раппорте, то есть необходимо учитывать тот факт, что натяжение нитей основы при зевобразовании возрастает пропорционально квадрату увеличения высоты зева, и при слабых нитях основы увеличение высоты зева ведет к резкому возрастанию обрывности основы.

Технологически более предпочтительно иметь закон движения ремизок с большим углом выстоя и амплитудой перемещения ремизок, ограниченной необходимой и достаточной высотой открываемого зева.

Таким образом, задача двухкритериального выбора закона движения для привода ЗОМ заключается в выборе таких значений параметров закона движения, при которых значение $\varphi_{ув}$ было бы максимальным, а значение $A_{\epsilon_{max}}$ – минимальным. В свою очередь такие параметры ткацкого станка, как средняя скорость $v_{п}$ полета прокладчика утка, м/с; заправочная ширина $L_{зс}$ станка, см; заправочная ширина $L_{ст}$ ткани, см; диа-

пазон установки фазового угла $D_{заст}$ заступа; превышение высоты зева над величиной, необходимой и достаточной для влета, пролета и вылета прокладчика из зева ΔA_S , %; желаемая частота вращения $n_{ГВС}$ главного вала станка, об/мин; требуемая производительность P_T станка, ут/мин, накладывают определенные дополнительные ограничения на необходимую и достаточную величину фазового угла полного выстоя ремизки или ее малого перемещения при подходе к выстою и уходу от выстоя, то есть на величину фазового угла условного выстоя ремизки.

Наличие этих ограничений обуславливает необходимость многокритериального подхода к решению задачи выбора необходимого закона привода ЗОМ ткацкого станка, проводимого с учетом части ограничений (например, ΔA_S и $L_{зс}$ или $D_{заст}$) или их комплекса (v_n , $L_{зс}$, $L_{зт}$, $D_{заст}$, ΔA_S ; $n_{ГВС}$, P_T).

Для решения задач анализа законов движения привода ЗОМ ткацкого станка было разработано программное обеспечение с использованием программной оболочки Borland C++ [6]. Общий алгоритм анализа имеет вид: выбор вида закона включает в себя задание числа участков изменения ускорения, формы функции ускорения по участкам; таблицы вариантов эксперимента, ограничение угла полета прокладчика $\varphi_{пп}^*$ ($\varphi_{пп}^* = \varphi_{ув} + \varphi_{вр}$), которое задается с учетом следующих параметров: v_n , $L_{зс}$, $L_{зт}$, $D_{заст}$, ΔA_S , $n_{ГВС}$, P_T .

Программа обеспечивает расчет величины $\varphi_{пп}^*$, удовлетворяющей выбранным ограничениям; расчет закона движения минимизированного по $A_{\text{емах}}$ при известной величине $\varphi_{пп}^*$; выбор вида и формы вывода на экран монитора ПК и на печать результатов расчета.

ВЫВОДЫ

1. Обоснована недостаточность однокритериального подхода к выбору закона

движения привода ЗОМ и предложено проводить анализ законов многокритериальным методом.

2. Рассмотрены существующие законы движения привода ЗОМ ткацкого станка, которым предложено присвоить условное наименование: базовый, традиционный, кареточный, полуплавный и плавный; показано, что они различаются величиной фазовых углов движения и выстоя.

3. Установлено, что с уменьшением угла абсолютного выстоя ремизки уменьшается амплитуда максимального ускорения, однако одновременно уменьшается и разрешенный угол пролета прокладчика, а это требует увеличения высоты раскрытия зева; увеличения скорости полета прокладчика; снижения рабочей скорости станка; уменьшения заправочной ширины ткани.

4. Разработано программное обеспечение на языке C++, по которому предлагается проводить анализ законов движения многокритериальным методом [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Г.В., Быкадоров Р.В. Станки СТБ: устройство и наладка. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Арнаутков П.Н., Варнаков М.Я. Ткацкие автоматические станки СТБ. – М.: Легкая индустрия, 1973.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.
4. Терентьев В.И., Хозина Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 4. С. 87...91.
5. Купташкин В.Я., Терентьев В.И., Хозина Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 1. С. 83...88.
6. Анпилогова Н.П., Макаров В.А. // Текстильная промышленность. – 1988, № 12.
7. Подбельский В.В., Фомин С.С. Программирование на языке СИ. – М.: Финансы и статистика, 2001.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 23.06.04.