№ 3 (316) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2009

УДК 677.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗВИТИЯ ФУНКЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЕДОМОГО ЗВЕНА КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКОЙ МАШИНЫ

В.А. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, П.Г. РОМАНОВ, О.С. КОВАЛЕВА

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

В настоящее время, несмотря на широкое распространение пневматических и рапирных ткацких машин, большая часть ткацких фабрик России оснащена ткацкими машинами с малогабаритными прокладчиками утка (ТМ с МП) типа СТБ и СТБУ, выпускаемыми ОАО "Текстильмаш" (г. Чебоксары).

Ткацкая машина с МП представляет собой сложную систему, состоящую из отдельных механизмов и узлов, взаимодействие которых осуществляется согласно цикловой диаграмме (ЦД) машины.

Для осуществления заданного технологического процесса большинство механизмов ТМ с МП оснащено кулачковым приводом.

Важнейшей задачей при проектировании кулачкового привода является синтез закона движения его ведомого звена. Закон движения ведомого звена представляет собой функциональную зависимость между линейным s (или угловым θ) перемещением, линейной υ (или угловой ω) скоростью, линейным a (или угловым ε) ускорением ведомого звена и углом поворота ведущего звена φ.

При проектировании кулачкового механизма необходимо учитывать также характер изменения третьей производной перемещения, то есть пульс. Этот параметр позволяет оценить законы движения с точки зрения их динамических характеристик.

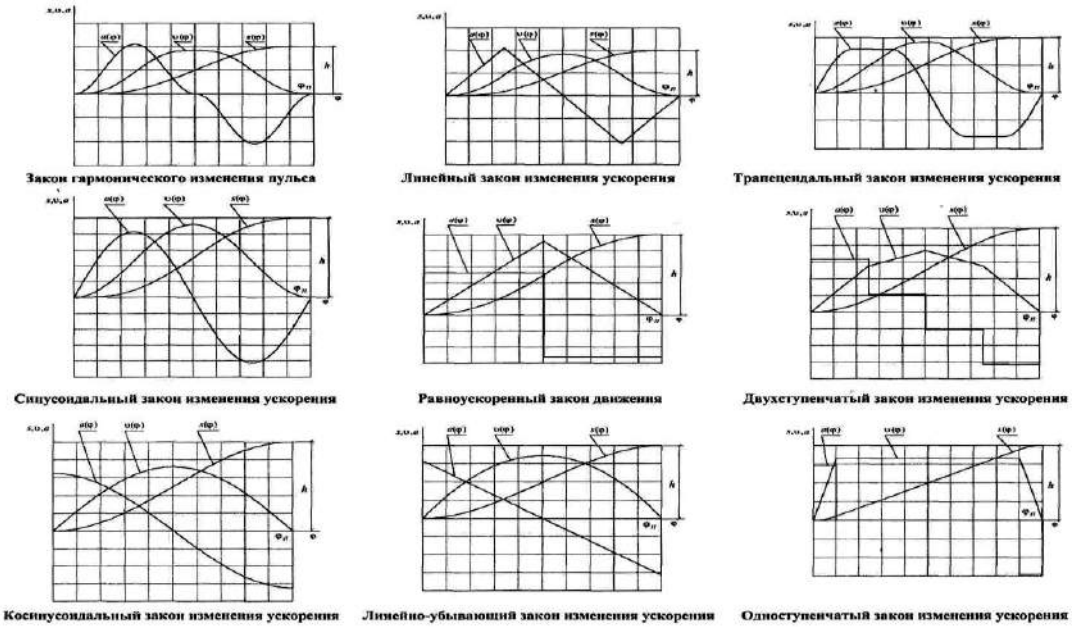

Рис. 1

В работе рассмотрены возможные законы движения симметричного вида (рис. 1), применяемые в кулачковых приводах боевого, батанного, зевообразовательного и ряда других механизмов ТМ с МП, где s(φ) – перемещение, υ(φ) – аналог скорости, a(φ) – аналог ускорения ведомого звена кулачкового механизма, h – максимальное перемещение ведомого звена, $\varphi_П$ – цикловой угол (ЦУ) движения ведомого звена согласно ЦД. Под ЦУ будем понимать угол поворота главного вала машины (ГВМ), при котором в соответствии с заданным технологическим процессом согласно ЦД ТМ осуществляется движение рабочего органа.

Традиционно при проектировании ЦД последовательно работающих механизмов стыковка их ЦД осуществляется по функциям ускорения, причем конец функции ускорения одного механизма является началом функции ускорения другого. Основными условиями при выборе закона движения является отсутствие как жестких, так и мягких ударов, а также максимальная величина ускорения ведомого звена [1], причем значение последней зависит от величины ЦУ $\varphi_П$, значения максимального перемещения h ведомого звена механизма, а также частоты вращения ГВМ $n_{ГВМ}$

С целью снижения амплитуды ускорения ведомых звеньев при увеличении частоты вращения ГВМ необходимо увеличивать время, отводимое по ЦД на работу отдельных цикловых механизмов ТМ.

Следует отметить, что согласно ЦД механизмы ТМ с МП могут осуществлять свое движение параллельно, последовательно и последовательно-параллельно. Параллельная и последовательно-параллельная работа механизмов наиболее рациональна с точки зрения использования времени на выполнение определенных технологических операций. Исполнительные органы только двух механизмов ТМ с МП – боевого и батанного – осуществляют движение строго последовательно, что обусловлено особенностями технологии однопроцессного ткачества.

Если механизмы работают последовательно, то увеличение времени, а значит и увеличение ЦУ работы одного механизма ведет к уменьшению ЦУ движения другого. Так, увеличение ЦУ полета прокладчика $\varphi_{ПП}$ с увеличением заправочной ширины машины с целью повышения ее производительности [2] ведет к уменьшению ЦУ работы батана $\varphi_{бат}$. Следствием этого является возникновение значительных инерционных нагрузок в звеньях батанного механизма, что, в свою очередь, влияет на динамику работы всей ткацкой машины в целом.

Таким образом, увеличение ЦУ движения рабочего органа отдельного механизма с целью снижения амплитуды его ускорения не дает возможности существенно увеличить скорость всей машины и поднять ее производительность, поскольку уменьшение амплитуды ускорения звеньев отдельно выбранного механизма всегда ведет к перегрузке других механизмов и всей машины в целом.

Однако возможен баланс по нагрузкам в цепи основных звеньев последовательно работающих механизмов. Такой баланс, с учетом оптимального выбора законов движения каждого из них, обеспечит равнопрочность механизмов, повышение частоты вращения ГВМ и, следовательно, позволит повысить производительность ТМ с МП.

Проведенное исследование показало, что связанное с особенностью технологического процесса ткачества [3], [4] увеличение ЦУ движения последовательно работающих механизмов без нарушения работы других механизмов возможно благодаря введению дополнительных условий на перемещение в начале и в конце фаз движения ведомого звена кулачкового механизма. Вводимое условие позволит учесть так называемую "зону нечувствительности" механизма при перемещении его исполнительного органа.

Под "зоной нечувствительности" при перемещении ведомого звена кулачкового механизма будем понимать величину ЦУ поворота $\varphi_{нч}$ ГВМ, при котором перемещение s рабочего органа механизма не

превышает некоторой допустимой величины $\Delta s_{доп}$:

$$s\left(\varphi_{нч}\right) \le \Delta s_{доп}. \qquad (1)$$

Величина угла $\varphi_{нч}$ может быть выражена в градусах угла поворота ГВМ или в процентах от перемещения.

Опыт текстильных предприятий показывает, что допустимая величина перемещения $\Delta s_{доп}$ определяется видом технологического процесса, допусками на изготовление деталей механизма и их жесткостью, величиной зазоров в кинематических парах. Величины установочных зазоров, зазоров в шарнирах, условных зазоров в соединениях и зазоров, приведенных к ведущему звену механизма, представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование механизма	Зазоры по конструкторской документации			Приведенный зазор		
		в паре кулачок–ролик, мм	в подвижном шарнире, мм	в неподвижном шарнире, мм	зазор в соединительном элементе, мм	к ведущему звену, мм	к ведущему звену, %
1	Батан	0,045	0,084	0,036	0,035	0,305	1,25
2	Боевой	0,000	0,067	0,056	0,035	0,594	3,25
3	Возвратчик прокладчика	0,065	0,067	0,076	0,045	0,453	2,35
4	Зевообразующий	0,080	0,084	0,076	0,052	1,442	5,15
5	Кромкообразователь	0,065	0,067	0,064	0,052	0,463	1,55

Анализ табл. 1 показал, что даже для наиболее простого механизма ТМ – батанного, работающего в наилучших по сравнению с другими условиях масляной ванны и жидкостного трения, приведенный зазор составляет 1,25% от приведенного перемещения. У остальных механизмов это соотношение изменяется от 1,5 до 5,2% (по конструкторской документации), кроме того оно растет по мере увеличения времени эксплуатации ТМ.

Для оценки величины "зоны нечувствительности" для рассматриваемых законов движения (рис. 1) были построены графики перемещения исполнительного органа при различных законах движения ведомого звена (рис. 2).

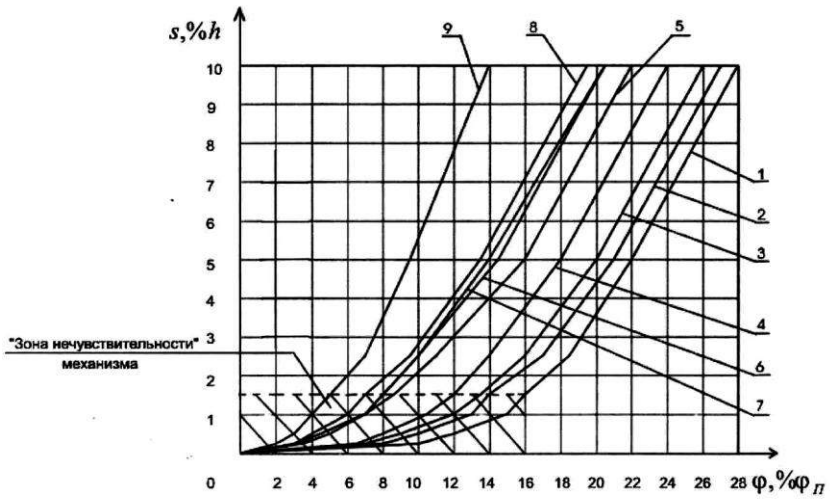

Рис. 2

На рис. 2 по оси абсцисс указаны значения углов поворота кулачка φ в процентах от $\varphi_п$, а по оси ординат – перемещения s рабочего органа в процентах от значения максимального перемещения звена h.

На рис. 2 показан фрагмент графиков перемещения исполнительного органа ведомого звена механизма. По оси ординат фрагмент ограничен начальными 10% от полного перемещения h. Анализ графика показывает, что функция перемещения для различных законов изменяется с разной степенью интенсивности, несмотря на то, что в соответствии с заданными технологическими условиями все функции сходятся в одной точке с координатами $\left(\varphi = \frac{\varphi_п}{2}; s = \frac{h}{2}\right)$ (рис. 1).

По полученным кривым графика (рис. 2) можно определить, какому углу поворота кулачка соответствуют определенные величины перемещений ведомого звена. Значения "зоны нечувствительности" при $s(\varphi_{нч}) = \Delta s_{доп} = 0,015h$ представлены в табл. 2.

Вследствие симметричности рассмотренных законов аналогичные результаты получены при оценке "зоны нечувствительности" механизма на фазе опускания его ведомого звена.

Таблица 2

№ п/п	Наименование закона	"Зона нечувствительности" $\varphi_{НЧ}$, % от $\varphi_П$
1	Закон гармонического изменения пульса	16,0
2	Линейный	14,0
3	Синусоидальный	13,4
4	Закон модифицированной трапеции	12,0
5	Равноускоренный	8,6
6	Двухступенчатый	8,0
7	Косинусоидальный	8,0
8	Линейно-убывающий	7,0
9	Одноступенчатый	5,0

Цикловой угол перемещения отдельных последовательно работающих цикловых механизмов может быть увеличен на величину "зоны нечувствительности" без ухудшения условий их работы и без внесения изменений в их конструкцию. Введение дополнительного условия при синтезе законов движения исполнительного органа кулачкового механизма позволит преобразовать последовательное движение боевого и батанного механизмов в последовательно-параллельное на участке зоны нечувствительности, тем самым уплотнив ЦД на 10…32%, а значит снизить ускорения рабочих органов и повысить производительность ТМ с МП.

В Ы В О Д Ы

1. Все законы перемещения развиваются на начальном этапе с малой интенсивностью, уменьшая реальный ЦУ исполнительного механизма.

2. Наличие "зоны нечувствительности" присуще любому закону движения ведомого звена кулачкового механизма.

3. Одноступенчатый закон изменения ускорения имеет минимальную величину "зоны нечувствительности", которая при допустимом значении перемещения $\Delta s_{доп} = 0,015h$ составляет 5 % от ЦУ движения ведомого звена.

4. Закон гармонического изменения пульса имеет максимальную величину "зоны нечувствительности", которая при допустимом значении перемещения $\Delta s_{доп} = 0,015h$ составляет 16 % от ЦУ движения ведомого звена.

5. Цикловой угол работы ведущего звена механизма может быть увеличен на сумму "зон нечувствительности" для заданных закона движения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.

2. *Макаров В.А., Хозина Е.Н., Ковалева О.С.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С.93…98.

3. *Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 5. С.90…94.

4. *Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В.* // Текстильная промышленность. – 2003, № 5. С.55…57.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 04.02.09.