

УДК 677.024

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТКАЦКИХ МАШИН С МАЛОГАБАРИТНЫМИ ПРОКЛАДЧИКАМИ УТКА

В.А. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, О.С. КОВАЛЕВА

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

Повышение производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка является двухмерной задачей [1...5]. С одной стороны, необходимо повысить фактическую производительность ткацких машин всей гаммы заправочных ширин в целом, с другой – необходимо поддерживать фактическую производительность широких машин на приемлемо одинаковом уровне с узкими или даже обеспечить ее некоторое плавное повышение с увеличением заправочной ширины машины по берду, иначе ассортиментные преимущества широких ткацких машин будут принесены в жертву повышению производительности при выработке тканей массового ассортимента.

При решении поставленной задачи сохранения баланса и повышения производительности следует помнить, что под фактической производительностью подразумевается производительность машины с учетом всех видов простоев, то есть теоретическая производительность, умноженная на коэффициент полезного времени (КПВ) [6].

Известно, что на ткацких машинах типа СТБ и СТБУ с малогабаритными прокладчиками утка КПВ уменьшается, хотя и незначительно, с увеличением заправочной ширины машины [7]. Это вызвано увеличением времени совпадения ручных технологических операций обслуживания. Поэтому вполне очевидно, что с целью повышения фактической производительности ткацких машин с ростом их заправочной

ширины необходимо обеспечить опережающее увеличение их теоретической производительности. Таким образом, необходимым и достаточным критерием при решении поставленной задачи повышения производительности ткацких машин всего типоразмерного ряда является определение и анализ их теоретической производительности.

Обзор патентной и научной литературы выявил два возможных принципа повышения теоретической производительности ткацких машин, особенно с увеличением их заправочной ширины. Первый состоит в расширении фазового угла полета прокладчика утка в зеве ткацкой машины с ростом ее заправочной ширины L_{TM} при постоянной средней скорости прокладчика (применен швейцарской фирмой "Зульцер"). Второй – в повышении средней скорости прокладчика при неизменном значении фазового угла его полета. Он использован при проектировании ткацких машин всей гаммы заправочных ширин второго поколения (СТБУ-1;2;4 и ТМ-1200) [8]. При этом под фазовым углом полета прокладчика понимается определенный временной интервал, отводимый на полет прокладчика через зев и выраженный в градусах угла поворота главного вала машины.

Рассмотрим более подробно предложенные способы повышения теоретической производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка.

Если принять среднюю скорость полета прокладчика постоянной и равной максимальному ее значению $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}} = v_{\text{ПП}}^{\text{max}}$, которое может быть получено с помощью существующих боевых механизмов ткацких машин, то необходимо увеличивать время, отводимое в цикловой диаграмме ткацкой машины на полет прокладчика через зев, то есть расширять фазовый угол полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$ с увеличением заправочной ширины машины L_{TM} .

Такой путь требует тщательного исследования цикловых диаграмм ткацких машин различных заправочных ширин с целью выявления возможности увеличения $\varphi_{\text{ПП}}$ без нарушения условий работы других механизмов, участвующих в прокладывании уточной нити и кинематически связанных с боевым механизмом. Таким образом, следует рассмотреть цикловые диаграммы работы батанного, зевобразующего и кромкообразующего механизмов, а также механизма торможения прокладчика утка.

Анализ цикловых диаграмм ткацких машин типа СТБ и СТБУ [1...3] показал, что механизмами, определяющими возможность повышения теоретической производительности указанных машин различных заправочных ширин, являются боевой и батанный механизмы, поскольку именно от них зависят фазовые и кинематические характеристики работы всех остальных механизмов.

Это объясняется тем, что работа большинства механизмов машин типа СТБ и

СТБУ имеет последовательно-параллельный характер, и только боевой и батанный механизмы осуществляют свою работу строго последовательно. Эти механизмы имеют плавающую точку стыковки цикловых диаграмм, совпадающую с цикловым углом боя (под цикловым углом боя понимается момент начала движения прокладчика в зеве ткацкой машины.)

Рациональный выбор циклового угла боя для ткацких машин определенной заправочной ширины и/или рациональное распределение между боевым и батанным механизмами фазовых углов их работы и будет определять ту оптимальную цикловую диаграмму ткацких машин, которая обеспечит их максимальную теоретическую производительность. У ткацких машин типа СТБ и СТБУ для определения величины фазового угла полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$ имеется следующее соотношение:

$$\varphi_{\text{ПП}} = 360^\circ - \varphi_{\text{БАМ}} - \Delta\varphi, \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{БАМ}}$ – фазовый угол поворота главного вала, отводимый на движение батанного механизма; $\Delta\varphi$ – фазовый угол поворота главного вала, отводимый на работу других механизмов, начинающих функционирование после прилета прокладчика утка в правую приемную коробку ткацкой машины. Значения фазовых углов $\varphi_{\text{ПП}}$, $\varphi_{\text{БАМ}}$ и $\Delta\varphi$ для ткацких машин различных типоразмеров [1...3] представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Тип ткацкой машины (ТМ)	Фазовый угол поворота главного вала, градусы		
	$\varphi_{\text{ПП}}$	$\varphi_{\text{БАМ}}$	$\Delta\varphi$
Узкие ТМ типа СТБ	155	140	65
Широкие ТМ типа СТБ	195	105	60
ТМ типа СТБУ всех заправочных ширин	170	145	45

Исследование цикловых диаграмм ткацких машин показало, что возможно расширение угла $\varphi_{\text{ПП}}$ боевого механизма с увеличением заправочной ширины машины без нарушения цикловых диаграмм и условий работы других механизмов, то есть без

изменения угла $\Delta\varphi$ у конкретной группы машин. Это может быть достигнуто путем выбора оптимальных значений циклового и фазового углов движения батана.

Известно, что батанный механизм является одним из основных механизмов,

определяющих динамику работы всей ткацкой машины и оказывающих влияние на вращение ее главного вала, являющегося ведущим звеном, кинематически связывающим все остальные механизмы ткацкой машины. Вследствие этого необходим обоснованный выбор величины фазового угла движения батана $\Phi_{\text{БАМ}}$ для каждого конкретного значения заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$.

Очевидно, что уменьшение фазового угла движения батана с увеличением заправочной ширины машины может привести к возрастанию инерционных нагрузок в батанном механизме. Однако известно, что с увеличением $L_{\text{ТМ}}$ уменьшается частота вращения главного вала $n_{\text{ГВМ}}$ [8] и возрастает число батанных коробок, передающих движение единому брусу батана ткацкой машины, что приводит к снижению нагрузок в кулачковом приводе и позволяет уменьшать фазовый угол движения батана без ухудшения условий работы

его кулачковых пар в каждой батанной коробке и всей ткацкой машины в целом.

Незначительное увеличение или сохранение величины фазового угла движения батана может быть осуществлено за счет уплотнения цикловой диаграммы ткацкой машины. Это возможно благодаря использованию определенных законов движения, применяемых в приводе батанного механизма [9]. Однако необходимо отметить, что цикловая диаграмма работы батана должна быть обязательно согласована с цикловой диаграммой работы кромкообразующего механизма вне зависимости от того, какую кромку (закладную, перевивочную или брошюровочную) он формирует [9...12].

Итак, следуя вышеописанному способу, для повышения теоретической производительности ткацкой машины, например, на 20%, с ростом ее заправочной ширины от 1,8 до 4,5 м при заданной средней скорости полета прокладчика 28 м/с, необходимо иметь значения $\Phi_{\text{ПП}}$, представленные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Заправочная ширина $L_{\text{ТМ}}$, м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
Теоретическая производительность Π^{T} , тыс.м утка/ч	42,6	43,8	44,7	45,5	46,7	48,6	49,4	50,4	51,3
Фазовый угол полета прокладчика утка $\Phi_{\text{ПП}}$, градусы	154	158	162	165	170	175	178	182	186
Угол движения батана $\Phi_{\text{БАМ}}$, градусы	136	132	128	125	120	115	112	108	105

Рассмотрим второй путь повышения эффективности работы ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка.

Это путь увеличения средней скорости полета прокладчика утка $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ с возрастанием заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\Phi_{\text{ПП}}$. Повышение производительности машины пропорционально увеличению средней скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ возможно лишь за счет увеличения начальной скоро-

сти прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{Н}}$, что требует не только увеличения диаметра $d_{\text{ТВ}}$ и начального угла закручивания торсиона $\Phi_{\text{ТВ}}$, но также повышения быстродействия боевого механизма, его прочности, надежности и износостойкости его циклически нагружаемых рабочих деталей, снижения их массы, увеличения жесткости их креплений, увеличения несущей способности валов и подшипников, снижения температуры масла в буфере и корпусе боевого механизма, обеспечения плавной регулировки масляно-

го буфера в широком диапазоне действия диссипативных сил.

В табл. 3 представлены значения средней скорости прокладчика утка $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$, необходимые для повышения теоретической производительности ткацких машин на

20% с увеличением их заправочной ширины от 1,8 до 4,5 м при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$, равном 170° .

Т а б л и ц а 3

Заправочная ширина L_{TM} , м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
Теоретическая производительность Π^{T} , тыс.м утка/ч	42,6	43,8	44,7	45,5	46,7	48,6	49,4	50,4	51,3
Частота вращения главного вала $n_{\text{ГВМ}}$, об/мин	395	332	295	271	236	225	211	200	190
Максимальная средняя скорость полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$, м/с	25,1	25,8	26,3	26,8	27,5	28,6	29,1	29,6	30,2
Увеличение производительности Π^{T} по отношению к $\Pi_{1,8}^{\text{T}}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	2,8	4,9	6,8	9,6	14,1	16,0	18,3	20,4
Увеличение скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$ по отношению к $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	2,8	4,8	6,8	9,6	13,9	15,9	17,9	20,3
Уменьшение частоты вращения $n_{\text{ГВМ}}$ по отношению к $n_{\text{ГВМ}}^{1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	15,9	25,3	31,4	40,3	43,0	46,6	49,4	51,9
Уменьшение частоты вращения $n_{\text{ГВМ}}$ по отношению к $n_{\text{ГВМ}}^{1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, относит. ед.	0	1,19	1,34	1,46	1,67	1,76	1,87	1,98	2,10

Путь повышения средней скорости прокладчика приведет к повышению скорости влета его в приемную коробку, особенно у ткацких машин малых заправочных ширин ($L_{\text{TM}} = 1,8 \dots 2,2$ м), поэтому необходимо осуществить усовершенствование механизма торможения прокладчика утка с целью обеспечения возможности гашения достаточно большого количества остаточной энергии, приносимой прокладчиком в приемную коробку по мере увеличения его конечной скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{K}}$.

Практика выпуска и эксплуатации ТМ типа СТБУ-1;2;4, а также проведенные

расчеты допустимой скорости влета прокладчика в приемную коробку [13] показали, что без существенной модернизации боевого механизма и механизма торможения прокладчика поднять скорость его полета выше 30 м/с и повысить производительность ткацких машин с малогабаритными прокладчиками данным способом не представляется возможным.

Таким образом, вторая возможность повышения теоретической производительности ткацких машин обусловлена либо проведением комплексного усовершенствования как боевого механизма, так и механизма торможения прокладчика утка,

либо созданием принципиально новых конструкций этих механизмов.

Оба рассмотренных способа повышения производительности ткацких машин имеют ряд недостатков. Применение только двух цикловых диаграмм (путь фирмы "Зульцер") не ведет к унификации деталей ткацкой машины и, в то же время не позволяет "широким" машинам полностью раскрыть свои возможности. На ткацких машинах типа СТБУ (путь "универсальной" цикловой диаграммы) степень унификации деталей повышена, но, как показали проведенные исследования [8], результаты которых представлены в табл. 4

(значения частоты $n_{ГВМ}$ и производительности Π^T на ткацких машинах типа СТБУ различных заправочных ширин), их теоретическая производительность практически не изменяется с увеличением заправочной ширины. Это ставит под сомнение эффективность применения широких ткацких машин второго поколения с точки зрения их фактической производительности, так как последняя снижается с увеличением заправочной ширины L_{TM} из-за соответствующего уменьшения КПВ.

Т а б л и ц а 4

Заправочная ширина ткацкой машины L_{TM} , м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9
Частота вращения главного вала $n_{ГВМ}$, об/мин	413	338	297	265	225	206	190
Теоретическая производительность Π^T , тыс.м утка/ч	44,6	44,6	44,6	44,5	44,6	44,5	44,5

Таким образом, теоретическую производительность ткацкой машины можно принять за основной критерий при оценке эффективности ее работы и рассматривать

ее как функционал, включающий в себя большое количество разнообразных параметров и функций:

$$\Pi^T = C_{EI} F \left[\varphi_{ПП}(\varphi_{БАМ}); v_{ПП}^{CP}(d_{ТВ}; \varphi_{ТВ}; T; t_{ЭКСП}; L_{TM}; F_{ТОРМ}^{ДОП}); L_{TM}; K \right], \quad (2)$$

где C_{EI} – коэффициент, зависящий от единицы измерения теоретической производительности; $\varphi_{ПП}$ – фазовый угол полета прокладчика в зеве; $\varphi_{БАМ}$ – фазовый угол движения батанного механизма; $v_{ПП}^{CP}$ – средняя скорость полета прокладчика утка в зеве; $d_{ТВ}$ и $\varphi_{ТВ}$ – диаметр и угол закручивания торсионного вала боевого механизма соответственно; T – линейная плотность перерабатываемой уточной нити; $t_{ЭКСП}$ – длительность нахождения ткацкой машины в эксплуатации; $F_{ТОРМ}^{ДОП}$ – допустимая сила торможения прокладчика утка механизмом его торможения; L_{TM} – заправочная ширина ткацкой машины; K

– климатические условия в ткацком цехе.

Анализ функционала (2) позволил предложить третий путь повышения теоретической производительности ткацких машин. Это путь создания целого ряда цикловых диаграмм, предусматривающих постепенное плавное совместное увеличение фазового угла $\varphi_{ПП}$ и средней скорости полета прокладчика $v_{ПП}^{CP}$ при возрастании заправочной ширины ткацкой машины L_{TM} . При этом очевидно, что повышение средней скорости полета прокладчика $v_{ПП}^{CP}$ на ткацких машинах разной заправочной ширины L_{TM} будет максимальным только тогда, когда конечная скорость прокладчика $v_{ПП}^K$ будет одной и той же. Эта скорость

должна определяться только способностью механизма торможения обеспечить гашение остаточной энергии прокладчика и должна устанавливаться максимальной, единой и постоянной: $v_{\text{ПП}}^{\text{К}} = \text{const}$.

ВЫВОДЫ

1. Производительность ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка зависит не только от частоты вращения главного вала машины, но и от величины средней скорости полета прокладчика, которая, в свою очередь, зависит от начальной и конечной скорости прокладчика, фазового угла его полета и заправочной ширины машины и ограничивает максимально возможное значение частоты вращения главного вала ткацкой машины.

2. Повышение производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка является двухмерной задачей, решение которой состоит в увеличении производительности ткацких машин всего ряда заправочных ширин ($L_{\text{ТМ}}=1,8...4,5$ м), поддержании производительности широких машин на приемлемо одинаковом уровне с узкими и даже некотором ее повышении с увеличением заправочной ширины.

3. Возможны три пути повышения производительности всего типоразмерного ряда ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка:

– расширение фазового угла полета прокладчика утка $\varphi_{\text{ПП}}$ в зеве ткацкой машины с ростом ее заправочной ширины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянной средней скорости прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$;

– увеличение средней скорости полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ с возрастанием заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$;

– создание ряда цикловых диаграмм, предусматривающих постепенное плавное совместное увеличение фазового угла $\varphi_{\text{ПП}}$

и средней скорости полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ при возрастании заправочной ширины ткацкой машины $L_{\text{ТМ}}$.

4. Для всей гаммы заправочных ширин ткацких машин указанного типа следует отказаться от использования "универсальной" цикловой диаграммы.

5. Увеличение производительности ткацких машин возможно только в том случае, когда цикловая диаграмма каждой машины будет соответствовать ее заправочной ширине.

6. Поскольку производительность ткацких машин зависит от средней скорости полета прокладчика, а последняя – от его начальной скорости и ограничена его максимально возможной конечной скоростью, следует изыскать способы и устройства, способные обеспечить повышение начальной скорости прокладчика и полное гашение его возрастающей конечной скорости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проспект ОАО "Текстильмаш". – Чебоксары, 2004.
2. Проспект ОАО "Текстильмаш". Технические характеристики ткацких машин типа СТБ. – Чебоксары, издательский заказ №823-92.
3. Станки ткацкие бесчелночные СТБ с малогабаритными прокладчиками утка. Руководство по эксплуатации. – Внешторгиздат, 1982.
4. Проспект фирмы "Gebrüder Sulzer", "Aktiengesellschaft Winterthur", Schweiz.
5. Антонов В.С., Туваева А.А. Анализ производительности станков СТБ. – Оборудование для текстильной промышленности и производства химических волокон. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1984, № 1. С.5...8.
6. Алленова А.П. Автоматические ткацкие станки СТБ. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
7. Лопатин К.В. Некоторые вопросы обоснования рабочих и эксплуатационных параметров новых ткацких станков. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1971.
8. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Ковалева О.С. Производительность ткацких машин с микропрокладчиком: по ГОСТ, в рекламе, на практике // В мире оборудования. – 2006, № 2. С.26...29.
9. Антонов В.С., Макачев А.Н. Уточненная цикловая диаграмма механизмов кромкообразователей ткацких станков СТБ. – Оборудование для текстильной промышленности и производства химических волокон. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1985, № 2. С.4...6.

10. *Терентьев О.А., Макачев А.Н.* Анализ цикловой диаграммы ткацких станков СТБ и функциональные группы механизмов // Сб. науч. тр. ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищемаш, 1985. С.3...12.

11. *Макачев А.Н., Терентьев О.А.* Синтез универсальной цикловой диаграммы ткацких станков типа СТБ // Сб. науч. тр. ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищемаш, 1985. С.13...27.

12. *Терентьев О.А., Макачев А.Н.* Оптимизация цикловой диаграммы механизмов проклады-

вания утка для станков СТБ // Текстильная промышленность. – 1989, № 1. С.39...42.

13. *Ковалева О.С., Хозина Е.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6. С.84...89.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 03.02.08.
