

УДК 677.054

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СИНТЕЗА ЦИКЛОВЫХ ДИАГРАММ РАБОТЫ ТКАЦКИХ МАШИН*В.С. АНТОНОВ, В.В. АНТОНОВ***(Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,
Чебоксарское научно-производственное предприятие "Карат")**

При проектировании новой и модернизации существующей конструкции ткацкой машины (ТМ) особое значение приобретает задача разработки оптимальной последовательности рабочих операций, выполняемых рабочими органами отдельных функциональных механизмов, и их комплексная (системная) увязка в общую цикловую диаграмму ТМ, которая, в конечном счете, определяет ее производительность [1...3].

Цикловая диаграмма связывает осуществляемый в ткацких машинах технологический процесс с последовательно-параллельной работой всех рабочих органов функциональных механизмов. Она значительно упрощает и улучшает процесс изучения и анализа работы отдельных функциональных механизмов и всей ТМ в целом [3], [5...8].

Технологический процесс в ТМ складывается из целого ряда рабочих операций, выполняемых в определенной последовательности рабочими органами функциональных механизмов.

Расчленение операций технологического процесса на элементарные составляющие позволяет свести технологическую задачу к задаче кинематической. Решение же кинематической задачи сводится к выбору оптимальных кинематических схем функциональных механизмов и их цикловых диаграмм из полученного множества

вариантов. При этом задача оптимального циклограммирования, в свою очередь, сводится к задаче подбора оптимальных законов движения рабочих органов отдельных функциональных механизмов.

При синтезе новой цикловой диаграммы работы ТМ, в связи с синтезом цикловых диаграмм основных механизмов практически всех функциональных групп, возникает также задача синтеза цикловых диаграмм механизмов вспомогательных функциональных групп и их строгой системной взаимной увязки в общую цикловую диаграмму работы ТМ. При этом иногда случается так, что именно вспомогательные функциональные группы механизмов являются основными и определяющими (сдерживающими) при синтезе цикловых диаграмм всех главных (основных) функциональных групп механизмов, определяющих весь технологический процесс.

В связи с этим возникает задача комплексного оптимального циклограммирования работы рабочих органов как основных, так и вспомогательных функциональных механизмов модернизируемой или вновь проектируемой ТМ, решение которой позволит существенно улучшить ее кинематические, динамические и технологические параметры в процессе работы, а также даст возможность повысить ее производительность.

Оптимальное циклограммирование представляет собой процесс оптимального распределения времени (или угла) кинематического цикла ТМ между функциональными механизмами так, чтобы обеспечить равномерное распределение динамических и силовых нагрузок на рабочих органах механизмов за весь цикл, не нарушая технологический процесс.

В ТМ должны быть обеспечены:

- определенные перемещения рабочих органов функциональных механизмов;
- определенные законы изменения перемещений, скоростей и ускорений рабочих органов;
- вполне определенные, заранее заданные положения и относительные перемещения рабочих органов внутри цикла движения;
- возможность изменения конфигураций рабочих органов (при необходимости).

При этом необходимо, чтобы в течение всех интервалов времени работы ТМ обеспечивалось:

- правильное выполнение технологического процесса;
- исключение соударений рабочих органов функциональных механизмов;
- минимальные значения динамических нагрузок в звеньях механизмов;
- равномерный износ рабочих профилей контактирующих поверхностей элементов конструкций механизмов;
- максимальный срок службы всех функциональных механизмов и всей ТМ;
- бесшумность ее работы в процессе эксплуатации;
- экологическая безопасность ее эксплуатации.

Синтез цикловой диаграммы ТМ необходимо проводить по отдельным участкам кинематического цикла. При этом в состав участков должны включаться тесно связанные между собой функциональные группы механизмов. Для синтеза следует обязательно выявить механизмы, ограничивающие производительность ТМ по перемещениям, ускорениям и силовым нагрузкам рабочих органов.

Циклограммирование на всех стадиях проектирования ТМ должно проводиться с

учетом возможности сокращения длительности цикла:

- упрощение (или полное исключение) некоторых рабочих операций (переходов), не влияющих на качество вырабатываемой продукции;
- сокращение длительности элементарных составляющих в каждом отдельно взятом периоде движения рабочих органов (операций), определяемом по развернутой формуле [5], [6], [8]:

$$T_{i_6} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \pm t_{\epsilon} \quad (1)$$

или

$$T_{i_6} = \sum_{j=1}^6 t_j \pm t_{\epsilon} \quad (2)$$

или

$$T_{i_6} = t_{\hat{1}} + t_{\hat{a}}, \quad (3)$$

где t_1 – время непосредственного технологического воздействия рабочего органа ТМ на объект обработки, что соответствует основному времени периода, то есть $t_1 = t_{\hat{1}}$; t_2 – время подхода рабочего органа к объекту обработки и времени отхода от него; t_3 – время перемещения обрабатываемого объекта между рабочими позициями; t_4 – страховые интервалы времени; t_5 – время перекрытия в графиках исполнения данной операции, взятой со своим знаком; t_6 – интервалы в действии данной системы, вызванные характером взаимосвязей с другими системами в данной ТМ; t_{ϵ} – интервалы или перекрытия в графиках исполнительных периодов смежных рабочих циклов; $t_{\hat{a}}$ – вспомогательное время периода, не совмещенное с основным временем, соответствует сумме времен t_2, t_3, t_4, t_5, t_6 и t_{ϵ} , то есть:

$$t_{\hat{a}} = \sum_{j=2}^6 t_j \pm t_{\epsilon}; \quad (4)$$

- сокращение (устранение) межоперационных перерывов (выстоев) в работе

рабочих органов функциональных механизмов ТМ;

– совмещение максимального количества элементарных операций во времени (в цикле).

Для выявления возможности сокращения составляющих периодов времени цикла необходимо провести тщательные кинематический, динамический и технологический анализы каждой функциональной группы механизмов. И только после этого следует приступить к синтезу новой цикловой диаграммы для каждого функционального механизма с подбором оптимальных законов движения рабочих органов с последующим анализом полученных результатов.

Оптимальный для данной операции закон движения рабочего органа должен обеспечить при минимальном фазовом угле циклограммы (или минимальном элементарном периоде времени) выполнение всех кинематических, динамических и технологических требований протекаемого рабочего процесса.

В целях максимального уплотнения цикловой диаграммы и согласования в рабочих и вспомогательных действиях функциональных механизмов ТМ исключительно важным становится метод построения синхронных диаграмм перемещений их рабочих органов [2], [8].

При синтезе цикловых диаграмм отдельных функциональных групп механизмов ТМ должны быть учтены возможные погрешности в реализации циклограммы, связанные с точностью изготовления звеньев механизма, их сборки, настройки, характера работы и так далее. В некоторых случаях суммарные значения погрешностей в цикловых углах и, как следствие, рассогласование циклограмм работы отдельных механизмов могут привести к нарушению функциональных возможностей ТМ [4].

Обобщая и анализируя приведенный материал, приходим к выводу о том, что синтез циклограммы ТМ должен быть проведен на принципе поэтапного синтеза – в два этапа [6].

На первом, предварительном, этапе циклограммирования должен быть осуществлен тщательный анализ всех функциональных механизмов ТМ и:

1) выявлены все лимитирующие движения (перемещения) рабочих органов;

2) ориентировочно определены абсолютные и относительные периоды выделенных элементарных операций;

3) определены возможности полного или частичного совмещения операций;

4) определены длительности межоперационных выстоев.

На основании полученных данных строят предварительную цикловую диаграмму и определяют ориентировочно длительность технологического цикла:

$$T_T = \sum t_i + \sum q_{ij} - \sum p_{ij}, \quad (5)$$

где t – длительность движений рабочих органов; q – длительность межоперационных выстоев; p – длительность совмещенных движений; i, j – порядковые номера движений рабочих органов по циклу.

На втором, заключительном, этапе циклограммирования ТМ должны решаться задачи:

1) выбора оптимальных законов движения рабочих органов функциональных механизмов;

2) построения синхронной диаграммы перемещений рабочих органов с целью максимального уплотнения цикловой диаграммы;

3) определения величин возможных погрешностей в реализации цикловой диаграммы.

После всего этого можно окончательно определить длительность участков движения, совмещенных движений и межоперационных выстоев рабочих органов функциональных механизмов и уточнить длительность технологического цикла по формуле (5).

При модернизации существующей модели ТМ первый, предварительный, этап циклограммирования частично отпадает.

ВЫВОДЫ

Сформулированы и поставлены общие задачи синтеза, а также разработаны рекомендации по вопросам синтеза цикловых диаграмм работы ткацких машин, внедренные в производство при разработке ткацких станков типа СТБ нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов В.С. Оптимизация цикловой диаграммы работы механизмов кромкообразования ткацких станков типа СТБ с целью повышения их производительности: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МТИ им. А. Н. Косыгина, 1985.
2. Антонов В.С. Составление цикловых диаграмм работы механизмов станка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, №4. С.100...102.
3. Артоболевский И.И., Ильинский Д.Я. Основы синтеза систем машин автоматического действия. – М.: Наука, 1983.

4. Клусов И.А. Исследование рассогласования цикловых диаграмм шестипозиционного контрольно-сортировочного автомата // В сб.: Теория машин автоматического действия. – Труды II Совещания по основным проблемам теории машин и механизмов. – М.: Машгиз, 1960. С.80...87.

5. Мордовин Б.М. Проектирование полиграфических машин. – М.: Книга, 1964.

6. Петрокас Л.В., Рубин М.Б. Вопросы теории циклограммирования технологических автоматов // – Труды III Совещания по основным проблемам ТММ. – М.: Машгиз, 1962. С.223...227.

7. Плахтин В.Д., Бороздина Е.И. Теория механизмов и машин. Системы управления движением исполнительных органов в машинах-автоматах: Учебное пособие. – М.: МГОУ, 2005.

8. Сиприя Г.И. Исследование цикличности наборных строкоотливных машин и автоматов типажного ряда: Дис....канд. техн. наук. – М.: МПИ, 1968.

Рекомендована заседанием научно-технического Совета Чебоксарского научно-производственного предприятия "Карат". Поступила 20.11.09.