

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ШВЕЙНОГО ПОТОКА

Н.С. МОКЕЕВА, В.А. ЗАЕВ, И.В. УРЯДНИКОВА

(Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета дизайна и технологии)

Расширение номенклатуры и уменьшение серийности швейных изделий требуют изменения принципов функционирования современных швейных предприятий. Гибкие производственные системы [1], получившие широкое распространение во многих отраслях промышленности (при их использовании деятельность предприятий становится более эффективной), должны занять ведущее место в организации производства швейных изделий.

В настоящее время применяются различные подходы к обеспечению гибкости швейных потоков [2]. Существующие методы проектирования технологических процессов предлагают решать проблему обеспечения гибкости, главным образом, путем концентрации нескольких видов оборудования на одном рабочем месте [3].

Реализацией такого принципа является гибкий модульный поток (ГМП), представляющий собой совокупность гибких производственных модулей (ГПМ), объединенных системой транспортирования предметов труда [1], [4].

ГПМ состоит из нескольких единиц технологического оборудования различной специализации, обслуживаемых одним оператором. Состав ГПМ в потоке неизменен при смене моделей изделий (рис. 1 – цифрами обозначены различные марки технологического оборудования).

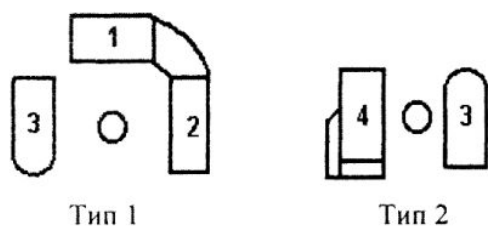


Рис. 1

Условие постоянства состава модуля является определяющим фактором обеспечения гибкости потока. При проектировании потока на первом этапе формируются типы модулей, а затем определяется количество модулей каждого типа и схема их взаимосвязи между собой.

Очевидно, что состав ГПМ определенного типа должен быть оптимальным, то есть должен обеспечивать гибкую работу потока. Критерием оптимизации целесообразно считать максимальное сокращение связей (передач полуфабрикатов) между рабочими местами.

Определение оптимального сочетания путем простого перебора связано со значительными вычислительными трудностями. В связи с этим для решения задачи предлагается алгоритм оптимизации состава типа модуля, основанный на поиске такого сочетания видов оборудования, которое приведет к максимальному сокращению связей в потоке.

Реализация алгоритма определения типов модулей возможна с использованием матричной формы представления исходных данных. Связи между видами оборудования, используемыми в потоке, представляются в виде матрицы $A(i, j)$ размерности $N \times N$, где N – количество видов оборудования, необходимого для изготовления швейных изделий в проектируемом ГМП (рис. 2 – исходная матрица определения типов гибких производственных модулей (для монтажной секции ГМП) на примере модели А женского пальто из смесовой ткани).

Мод. А	5410	4440	стол	5550	3704	-
5410	8	4	3	0	0	1
4440	3	6	1	1	1	0
стол	4	0	4	0	0	0
5550	0	1	0	1	0	0
3704	0	1	0	0	1	0
-	1	0	0	0	0	1

Рис. 2

По строкам и столбцам матрицы указываются используемые виды оборудования. Диагональные элементы матрицы a_{ii} ($i = 1, \dots, N$) определяют суммарное число связей i -го вида оборудования со всеми другими видами оборудования в потоке. В столбцах матрицы указывается количество связей, входящих на данный вид оборудования с других видов оборудования a_{ij} ($i = 1, \dots, N$). В строках матрицы указывается количество связей, выходящих с данного вида оборудования на другие виды оборудования a_{ij} ($j = 1, \dots, N$). Дополнительно вводятся входной ($a_{i(N+1)} = 1$) и выходной ($a_{(N+1)i} = 1$) элементы матрицы, формализующие начало и завершение технологического процесса изготовления швейного изделия в потоке.

Для матрицы характерно следующее свойство – количество входящих на определенный вид оборудования связей равно количеству выходящих с него связей и это количество отражает диагональный элемент матрицы, соответствующий этому виду оборудования:

$$a_{ii} = \sum_{j \neq i} a_{ij} = \sum_{i \neq j} a_{ij}, \quad i = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, N. \quad (1)$$

Над матрицей исходных данных можно совершать ряд действий, которые необходимы для определения типов модулей.

Объединение двух видов оборудования в модуль рассматривается как объединение

$$\begin{cases} b_{ik} = a_{ik} + a_{i\ell} & \text{при } i < \ell, \\ b_{ik} = a_{(i+1)k} + a_{(i+1)\ell} & \text{при } i \geq \ell, \quad i = 1, \dots, N-1; i \neq k. \end{cases} \quad (3)$$

двух соответствующих элементов матрицы, которое выполняется по ряду правил.

Мод. А	5410	4440	стол	5550	3704	-
5410	7	4	1	1	1	
4440		4	0	0	0	
стол	4	4	0	0	0	
5550	1	0	1	0	0	
3704	1	0	0	1	0	
-	1	0	0	0	0	1

Рис. 3

При объединении двух видов оборудования – элементов исходной матрицы с порядковыми номерами k и ℓ ($k < \ell$) – исходная матрица $A(i, j)$ преобразуется в результирующую матрицу $B(i, j)$, размерность которой составляет $(N-1) \times (N-1)$. При этом в результирующей матрице элемент с порядковым номером k соответствует формируемому модулю (рис. 3 – результирующая матрица определения типов гибких производственных модулей (для монтажной секции ГМП) на примере модели А женского пальто из смесовой ткани).

Диагональный элемент результирующей матрицы b_{kk} равен количеству связей образовавшегося модуля с другими видами оборудования в потоке и определяется по формуле:

$$b_{kk} = (a_{kk} + a_{\ell\ell}) - (a_{k\ell} + a_{\ell k}), \quad k = 1, \dots, N, \quad \ell = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Столбец результирующей матрицы (элементы b_{ik}) отражает количество связей, входящих на образовавшийся модуль с других видов оборудования:

Строка результирующей матрицы (элементы b_{kj}) отражает количество связей,

выходящих с образовавшегося модуля на другие виды оборудования:

$$\begin{cases} b_{kj} = a_{kj} + a_{\ell j} & \text{при } j < \ell, \\ b_{kj} = a_{k(j+1)} + a_{\ell(j+1)} & \text{при } j \geq \ell, \quad j=1, \dots, N-1; j \neq k. \end{cases} \quad (4)$$

Остальные элементы матрицы отражают связи между видами оборудования, не

образующими модуль. Значения этих элементов не изменяются:

$$\begin{cases} b_{ij} = a_{ij} & \text{при } i, j < \ell, \\ b_{ij} = a_{(i+1)j} & \text{при } i \geq \ell, j < \ell, \\ b_{ij} = a_{i(j+1)} & \text{при } i < \ell, j \geq \ell, \\ b_{ij} = a_{(i+1)(j+1)} & \text{при } i, j \geq \ell, \quad i, j=1, \dots, N-1; i, j \neq k, i \neq j. \end{cases} \quad (5)$$

Данная система формул отражает положение входного и выходного элементов в результирующей матрице:

$$\begin{cases} b_{kN} = a_{k(N+1)} + a_{\ell(N+1)}, \\ b_{Nk} = a_{(N+1)k} + a_{(N+1)\ell}, \\ b_{iN} = a_{i(N+1)}, \\ b_{Nj} = a_{(N+1)j}, \quad i, j=1, \dots, N-1; i, j \neq k, i \neq j. \end{cases} \quad (6)$$

Диагональные элементы результирующей матрицы рассчитываются по выражению

$$b_{ii} = \sum_{j \neq i} b_{ij} = \sum_{i \neq j} b_{ij}; \quad i, j=1, \dots, (N-1)j. \quad (7)$$

Целевая функция (ЦФ) для решения задачи определения типов модулей в ГМП при полном сокращении связей между видами оборудования строится с учетом критерия оптимизации – максимального сокращения количества связей между рабочими местами в потоке:

$$F = \max(a_{k\ell} + a_{\ell k}), \quad k, \ell=1, \dots, N; k \neq \ell, \quad (8)$$

где k и ℓ – порядковые номера элементов исходной матрицы, соответствующие объединяемым в модуль видам оборудования.

Процесс определения типов модулей является итерационным. После определе-

ния первого типа модуля, объединяющего k -й и ℓ -й виды оборудования, необходимо определить следующий тип модулей. Процесс определения типов модулей выполняется до тех пор, пока все возможности для объединения не будут исчерпаны. При этом дополнительно устанавливается ограничение на количество видов оборудования, формирующих модуль (обычно не более трех).

ЦФ принимает нулевое значение, если при объединении не происходит сокращения связей. В этом случае дальнейшие итерации не производятся. Это означает, что отдельные виды оборудования не входят ни в один модуль и устанавливаются в потоке отдельно. Кроме того, возможно введение дополнительных условий, которые позволят включать один и тот же вид оборудования в различные типы модулей, дав возможность повысить еще больше качество проектных решений.

В качестве исходных данных для решения задачи определения типов модулей используется информация о последовательности выполнения технологически неделимых операций (т.н.о.) на оборудовании различных видов. Эта информация берется из технологической последовательности и может быть представлена в виде ориентированного графа $G(u_i, v_i)$, где вершины u_i – это виды оборудования, на которых выполняются совокупности т.н.о.,

а дуги v_i отражают связи между отдельными видами оборудования и последовательность выполнения операций на данных видах оборудования. Исходная матрица формируется путем подсчета связей между видами оборудования по графу G.

Применение данной методики к другим моделям швейных изделий, планируемых к изготовлению в ГМП, позволит оптимизировать его структуру путем формирования таких типов модулей, на которых можно изготавливать проектируемые швейные изделия без переналадки потока.

Таблица 1

Секция	Тип модуля	Состав модуля	
		условное обозначение, (использованное в матрицах)	назначение, марка, фирма и страна-производитель
Заготовительная	01	4440	утюжительный стол 4440 Varioset Flat Hoffman-Veit-Sussman (Германия)
		5550	универсальная машина DDL 5550N-7WB/EC-123/АК-87U Juki (Япония)
		3716	стачивающе-обметочная машина MO-3716-NF-FF6-300/ТО39 Juki (Япония)
	-	стол	стол для ручных работ
	-	1000	полуавтомат для обработки прорезных карманов SW-1000 AMF REECE (США)
Монтажная	02	104	петельный полуавтомат 104-130AF-CB/CA-RE AMF REECE (США)
		5410	универсальная машина DLN 5410N-7WB/EC-223/АК-87U Juki (Япония)
	03	4440	утюжительный стол 4440 Varioset Flat Hoffman-Veit-Sussman (Германия)
		5550	универсальная машина DDL 5550N-7WB/EC-123/АК-87U Juki (Япония)
Отделочная	04	3704	краеобметочная машина MO-3704NE-OF6-300/ТО39 Juki (Япония)
		104+373	стол для ручных работ петельный полуавтомат 104-130AF-CB/CA-RE AMF REECE (США)
		4440	пуговичный полуавтомат MB-373N/LK-1903SA/302-МС Juki (Япония) утюжительный стол 4440 Varioset Flat Hoffman-Veit-Sussman (Германия)

Разработанная методика апробирована при проектировании секционного ГМП на примере ассортимента женских пальто и курток из смесовой ткани. Типы модулей, которые были определены для данного потока, представлены в табл. 1.

Использование методики определения типов модулей для ГМП позволяет сформировать оптимальную его структуру, повысить качество проектирования гибких швейных потоков.

Возможность формализации процесса формирования типов модулей разрешает использовать программные средства для решения указанной задачи, сокращая затраты времени на процесс проектирования ГМП.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 26228-90. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1991.

2. *Н.С. Мокеева.* Классификация гибких швейных потоков в условиях мелкосерийного производства // Мат. докл. Междунар. научн. конф.: Роль предметов личного потребления в формировании среды жизнедеятельности человека. – М.: МГУДТ, 2002. С.21...23.

3. *Кокеткин П. П.* Одежда: технология – техника, процессы – качество: Справочник. –М.: МГУДТ, 2001.

4. *Блехерман М. Х.* Гибкие производственные системы. Организационно-экономические аспекты. – М.: Экономика, 1998.

Рекомендована кафедрой технологии и дизайна швейных изделий. Поступила 05.02.04.
