

УДК 658.512.6

**МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ  
СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ  
ТЕКСТИЛЬНОГО ОТДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*В.А. САДОВ, С.А. ТИМОФЕЕВ*

**(Костромской государственной технологической академии)**

Современное состояние российской экономики требуют активизации усилий по наращиванию динамики инвестиционной привлекательности производства текстильного оборудования. Однако отмечается [1], что текстильная и легкая промышленность являются наименее перспективными отраслями российской экономики. Повышение привлекательности к про-

изводству текстильного оборудования может быть достигнуто за счет применения рациональных форм организации, которые обеспечивали бы получение прибыли при наименьших затратах и соответствовали условиям потребительского рынка. В этом случае необходимо привести в соответствие повышенные требования к продукту и его разработке, обеспечив конкурентоспо-

способность выпускаемого изделия. В современных условиях повышение эффективности продукции текстильного машиностроения возможно за счет организации смежных производств по оснащению текстильного оборудования. Такие производства могут с наименьшими затратами обеспечить выпуск узлов, агрегатов и механизмов с различной дисперсией, обусловленной неоднородностью рынка.

Формирование компонентов продукта должно осуществляться в такой последовательности, чтобы появлялась возможность изолирования потребительских требований на отдельные его компоненты,

производственные линии, участки и процессы. Необходимость такого формирования возникает на стадии разработки и усовершенствования продукта. К основным рабочим органам отделочного оборудования относят отжимные валы, обогреваемые цилиндры, ролики, механизмы прижима, привод, ванны и емкости, специальные устройства и др. [2]. В качестве примера можно рассмотреть формирование компонентов структуры ванн (емкостей), предназначенной для пропитки материала красящим раствором. Конструкция емкости представлена на рис. 1.

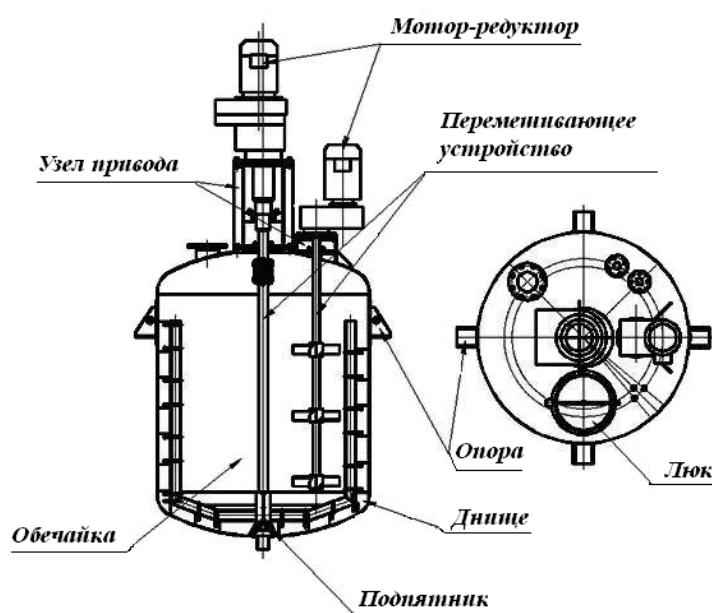


Рис. 1

Компоненты структуры продукта (емкости) должны формироваться на основе анализа его агрегатной матрицы [3]. Такую матрицу можно представить в виде табл. 1 (агрегатная матрица структуры емкости), в которой отображаются признаки продукта, частота их изменений, число проявлений признаков продукта, а также сами компоненты продукта. В случае если признак продукта проявляется в его компоненте, то ячейка закрашивается, в противном случае – нет. Частоту изменений признаков и

компонентов продукта определяют на основании АВС-анализа, представляющего способ определения главного направления деятельности (важнейшей задачи), путем деления ее на три части – самая важная – В, средней важности – С, наименее важная – Н. Каждый компонент продукта описывается корреляционным фактором (9 – сильный носитель, 3 – умеренный носитель и 1 – слабый носитель) в соответствии со значимостью признака продукта [4].

Таблица 1

Признак продукта	Обозначение признака	Частота изменений	Количество проявлений признаков продукта	Компонент продукта (агрегат)						
				днище	обечайка	опора	люк	узел при- вода	смеситель	подпятник
				количество вариантов						
				4	1	3	3	2	3	2
				частота изменений						
С	Н	Н	С	С	С	В				
Диаметр емкости	A	С	6	9	9	1	9	3	3	3
Высота емкости	H	С	8	1	9	1	1	3	3	3
Рабочая среда	U <sub>p</sub>	H	4	1	1	1	3	1	9	1
Давление	P	H	2	9	9	1	9	1	3	1
Необходимость наблюдения	K	H	2	1	1	1	1	1	3	1
Окружающая среда	U <sub>ц</sub>	H	4	1	1	1	1	1	1	1
Способ установки	V	С	2	3	1	3	3	1	1	1
Необходимость перемешивания	N	С	2	3	3	1	1	1	9	1
Мощность перемешивания	M	В	3	9	3	1	1	1	9	1
Сумма факторов (оценка)				37	34	11	29	13	41	13

Основанием для определения претендента на образование модуля является анализ сумм факторов по вертикали. Претендентом на образование модуля организационной структуры являются компоненты с наибольшими оценками. Таким образом, в нашем случае можно рекомендовать образовывать производственные модули по изготовлению днища, обечайки и люка. Для разработки мероприятий по формированию производственной системы на уровнях производственной линии, рабочего места и процесса необходима дальнейшая дифференциация агрегатной матрицы с разбиением сборочных единиц на детали.

В этом случае проводится анализ матрицы, состоящей из деталей: днища и обечайки, а также сборочных единиц: люка и смесителя, представленной в табл. 2.

В этом случае столбцы компонента продукта описываются зависимостями компонента от признака продукта:  $a_{ij}$  – если  $i$ -й признак продукта проявляется в  $j$ -м

компоненте, то  $a_{ij}=1$ , в противном случае –  $a_{ij}=0$ . Матрица дополняется значимостями компонента  $Z_{\text{комп}}$  и значимостями признака  $Z_{\text{пр}}$ , которые определяются следующими выражениями:

$$Z_{\text{комп}i} = n_i \cdot v_i \sum_{j=1}^N a_{ij},$$

$$Z_{\text{пр}i} = f_i \cdot m_i \sum_{k=1}^M a_{ik},$$

где  $n_i$  – число вариантов  $i$ -го компонента продукта;  $v_i$  – частота изменений  $i$ -го компонента продукта;  $N$  – количество признаков продукта;  $f_i$  – частота изменений  $i$ -го признака продукта;  $m_i$  – число проявлений признаков продукта;  $M$  – число компонентов продукта.

Обозначение признака	Частота изменений	Число проявлений признаков	Компонент продукта											$Z_{пр}$ значимость признака		
			днище	обечайка	опора	люк					узел привода	смеситель				
						кольцо верхнее	кольцо нижнее	днище	прокладка	замок		вал	лопатка		муфта	
																количество вариантов
			4	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2		2	1
частота изменений																
A	5	6	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	120
H	5	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	120	
U <sub>p</sub>	2	4	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	72	
P	2	2	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	24	
K	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
U <sub>ц</sub>	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
V	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
N	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20	
M	8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	120	
Значимость компонента, $Z_{комп}$ или узла $Z_{узл}$			100	2	12	30	30	45	45	45	36	30	30	4	-	

На основе анализа значимостей компонента и признака продукта можно на ранних стадиях разработки организационной структуры производства рекомендовать последовательность формирования компонентов продукта. При этом следует придерживаться следующих условий.

1. Последовательность формирования компонентов должна соответствовать нарастанию значимости компонентов. Это может снизить затраты по идентификации продукта на поздних этапах изготовления.

2. При формировании компонентов продукта следует объединять участки по изготовлению узлов, у которых значимости компонентов продукта в узле мало изменяются, то есть  $Z_{узл} \approx const$ . В этом

случае частичные затраты, например, на сборку компонентов, могут уменьшаться.

3. При формировании узла с большим значением значимости следует разделять участки по его изготовлению. В этом случае может достигаться изолирование влияния признака продукта на компонент (узел), что в конечном итоге приводит к сокращению затрат.

4. Формирование компонентов продукта следует вести таким образом, чтобы значимость признака в узле стремилась к наименьшему значению.

Так, при соблюдении первого и третьего условий, матрица формирования структуры емкости будет иметь вид, представленный в табл. 3.

Обозначение признака	Частота изменений	Число проявлений признаков	Компонент продукта										
			обечайка	опора	узел привода	смеситель	люк 1		дно	Люк 11			
							прокладка	замок		кольцо верхнее	кольцо нижнее	дно	
			количество вариантов										
			1	3	2	4	3	3	4	3	3	3	
частота изменений													
1	2	6	5	5	5	5	5	5	5				
A	5	6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
H	5	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
U <sub>p</sub>	2	4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
P	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
K	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U <sub>ц</sub>	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
V	5	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
N	5	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
M	8	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Значимость компонента, $Z_{\text{комп}}$ или узла $Z_{\text{узл}}$			2	12	36	60	90		100	105			

Окончательный вариант структуры производства принимается на основе оценочной модели производственной системы, состоящей из частичных парциальных моделей "продукта", "программы продукта", "производства" и "оценки", а также проверки модели на чувствительность [6]. Однако уже на ранних стадиях разработки системы можно наметить первоначальные пути, позволяющие рационально распределить оборудование, осуществить его загрузку и снизить количество возможных вариантов формирования компонентов продукта.

Разработку продукта условно можно подразделить по степени новизны продукта и производства. Поводом для разработки продукта может быть новая технология продукта, требования потребителя, измененные условия конкуренции, новый стандарт и т.д. При рационализации производства, заключающегося в его совершенствовании для выпуска конкурентоспособного (нового) продукта, предлагаемый метод может использоваться лишь частично.

Могут осуществляться только те мероприятия, которые не связаны с изменением продукта. Кроме того, мероприятия, требующие повышенных инвестиций в производственные линии, могут не применяться. Данный метод может полностью с успехом использоваться при разработке нового продукта, интегрированного в производство.

## ВЫВОДЫ

1. Формирование компонентов продукта, составленного из узлов (частей), может основываться на анализе матрицы структуры продукта, ориентированной на соответствующие признаки продукта, на воздействия изменений между признаками и компонентами продукта, а также на компоненты продукта.

2. Компоненты продукта могут формироваться (изготавливаться) в производственной системе сменой последовательности производства, интеграцией, дифференцированием и изменением влияния признака продукта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Темнова Н.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С.3...8.

2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности. Т. IV – 13 / И.А. Мартынов, А.Ф. Прошков, А.П. Якин и др.; Под общ. ред. И.А. Мартынова. 1977.

3. Martin, M. V., Ishii, K.: „Design for Variety“; ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference. – 22-28 Aug. 1996.

4. Caesar C. „Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte – Variant Mode and Effects Analysis (VMEA)“; Dissertation RWTH Aachen; Aachen 1991.

5. Садов В.А. Формирование производственных систем на уровне производственной линии // Вестник КГТУ. – 2006, № 13. С.78...82.

6. Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения. – М.: Высшая школа, 2003.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 16.06.07.

---