

## СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ БЛОКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РОТОРНЫХ МАШИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

Чернышев Е.А., Михайлов А.Н.

Донецкий национальный технический университет

*Наведено основи структурного синтезу блоків технологічного діяння роторних машин, що використовуються у обробці металів тиском. Цей підхід є загальним і не прив'язаний до конкретних варіантів роторів або оброблюваних виробів. Він дозволяє на структурному рівні проектувати нові варіанти та способи обробки металовиробів.*

Обработка металлов давлением на роторных машинах и линиях является высокопроизводительным способом обработки и наиболее эффективна в производстве изделий простой формы с малым временем обработки [1, 2]. С точки зрения структуры [3] роторная машина представляет собой последовательность расположенных определенным образом в пространстве - обычно по окружности - блоков технологического воздействия (БТВ), которые осуществляют обработку заготовки в процессе ее транспортировки.

БТВ является конструктивной реализацией единичной технологической зоны в роторе. Каждый БТВ служит для осуществления технологического воздействия (ТВ) на предмет обработки (ПО) и является структурной единицей ТМ, отвечающей условию автономности. Следовательно, структура БТВ должна обеспечивать реализацию ТВ с соблюдением начального условия  $HU$  - автономности каждого БТВ:

$$ТВ \longrightarrow Str_{БТВ},$$

где  $Str_{БТВ}$  - структура БТВ.

Будем считать, что все БТВ в роторе подобны. Рассмотрим произвольный БТВ, в котором происходит формообразование давлением. Он выполняет множество функций  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$  посредством множества элементов  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_s\}$ . Мощности этих множеств в общем случае не равны между собой:  $k \neq s$ . По принципу топологиче-

ского соответствия каждой функции можно поставить в соответствие некоторый элемент БТВ, т.е.  $f_i \rightarrow e_i, f_i \in F, e_i \in E$ .

На рис. 1 показано отображение множества  $F$  функций БТВ на множество  $E$  его элементов.

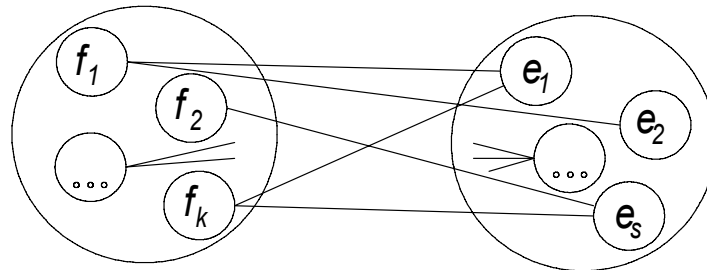


Рис. 1. Отображение множества  $F$  функций БТВ на множество  $E$  его элементов

С точки зрения связей между элементами множеств  $F$  и  $E$  возможны три варианта (рис. 2).

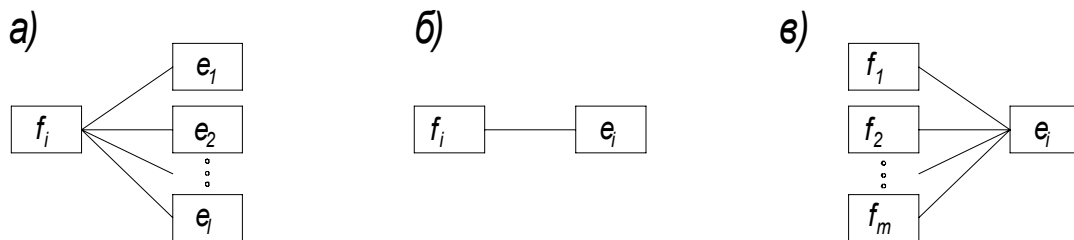


Рис. 2. Отношения между элементами множеств  $F$  и  $E$ :

- а) одна функция реализуется несколькими элементами; б) одна функция реализуется одним элементом; в) несколько функций реализуются одним элементом

Следует отметить, что любой элемент множеств  $F$  и  $E$  имеет хотя бы одну связь с элементом другого множества. Задача состоит в том, чтобы определить структуру БТВ, т.е. множество элементов и отношений между ними.

БТВ – это сменный элемент ротора для размещения орудий и средств обработки и реализации ТВ на ПО. В общем случае набор средств обработки включает в себя рабочий инструмент и технологическое оснащение. С учетом роторной специфики представим БТВ состоящим из двух частей: исполнительного органа и механизма закрепления. Исполнительный орган содержит инструмент, осуществляющий обработку давлением, а механизм за-

крепления выполняет функции ориентации и закрепления заготовки. Например, при формообразовании головки инструментом является пуансон, а механизмом закрепления служит разжимная матрица [4]. Так как отношения между элементами непостоянны, то структура БТВ переменная во времени. Каждая часть БТВ может находиться в нескольких состояниях:

1) разжимная матрица (без заготовки, с незакрепленной или закрепленной заготовкой);

2) пуансон (совершает рабочий ход или холостой ход).

Рабочий ход осуществляется только при закрепленной заготовке. Поэтому из шести возможных вариантов отношений возможны только четыре. Таким образом, БТВ может находиться в четырех разных состояниях в зависимости от наличия заготовки и реализации процесса высадки. Следовательно, можно записать выражение для множеств  $E$  элементов и  $R$  отношений БТВ:  $E = \{e_1, e_2\}$ , где  $e_1$  - исполнительный орган,  $e_2$  - механизм закрепления;  $R = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ , а  $r_i$  -  $i$ -е состояние (набор отношений) элементов БТВ.

Таким образом, структура БТВ определена. На рис. 3 приведена структурная схема БТВ на холостом ходу.

На холостом ходу, т.е. когда в БТВ нет заготовки, механизм

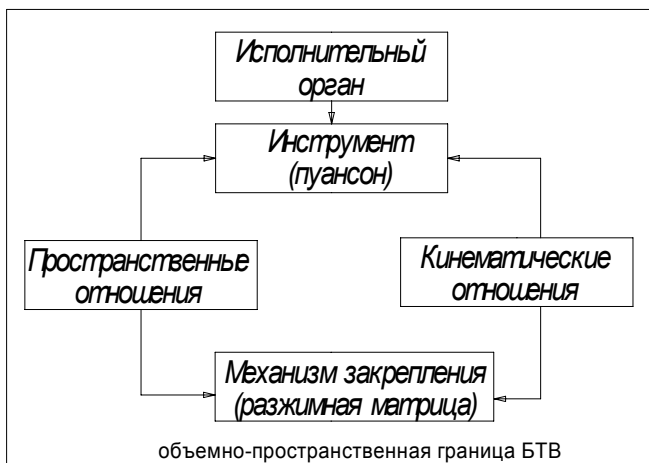


Рис. 3. Структурная схема БТВ для высадки головки на холостом ходу

закрепления и инструмент, как часть исполнительного органа, связаны между собой кинематическими и пространственными отношениями. Кинематические отношения заданы законом относительного движения, а пространственные отношения задают взаимное расположение этих элементов в некоторый момент времени, т.е. являются кинематическими начальными условиями.

При наличии в БТВ заготовки структура БТВ претерпевает изменения (рис. 4).

В состоянии обработки заготовка является промежуточным звеном, связывающим силовыми отношениями пуансон и матрицу.

Кроме того, ПО связан функциональными отношениями с матрицей и пуансоном: инструмент производит высадку, т.е. осуществляет ТВ, а механизм закрепления выполняет функции ориентации и закрепления заготовки перед обработкой. Все отношения между элементами БТВ задаются объемно-пространственными ограничениями. Таким образом, структура БТВ

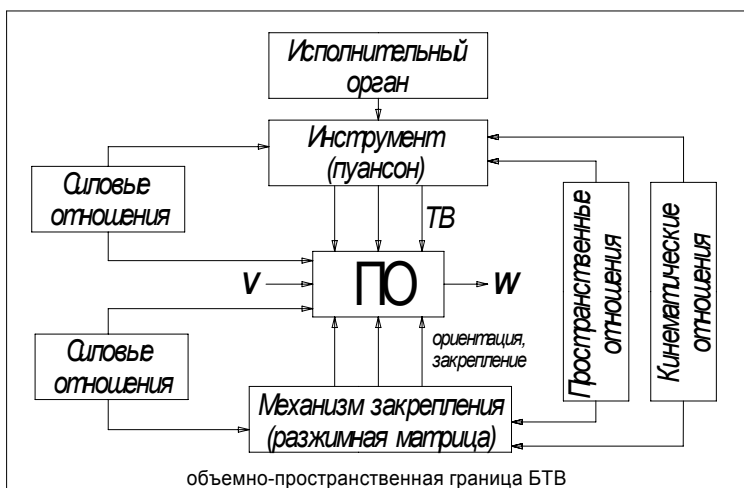


Рис. 4. Структурная схема БТВ в состоянии обработки:  $V$  – вход,  $W$  – выход

рирует тот факт, что функционирование системы не определяет ее структуру однозначно, т.е. существует множество вариантов структуры, обеспечивающих требуемое функционирование.

Выбор конкретной конструкции БТВ осуществляется в результате анализа множества вариантов, полученных на основе кинематического синтеза. Далее, определив структуру БТВ, можно составить принципиально-структурную модель, которую следует исследовать с позиции формообразования, кинематики и динамических явлений. При соответствии заданным требованиям с помощью прочностных расчетов можно параметризовать модель и через компоновочную схему спроектировать конструкцию БТВ. Эту последовательность действий при синтезе БТВ можно объединить в виде алгоритма (рис. 5).

Таким образом, данная методика позволит на стадии проектирования оценить особенности различных структур БТВ и выбрать для каждого конкретного случая рациональный вариант. Спроектировав конструкцию БТВ – единичной технологической

структура БТВ определяется отношениями относительного движения его частей при пластической деформации головки.

Так как эти отношения могут быть реализованы различными вариантами кинематики, то и структура БТВ, как упорядоченной совокупности элементов и отношений между ними, может быть различна. Данный пример иллюстрирует тот факт, что функционирование системы не определяет ее структуру однозначно, т.е. существует множество вариантов структуры, обеспечивающих требуемое функционирование.

зоны, - на следующем этапе все блоки необходимо расположить в пространстве, что в результате приводит к образованию новой структуры – роторной машины. Однако качество отдельного БТВ, на наш взгляд, оказывает решающее влияние как на функционирование машины, так и на результат обработки изделия.

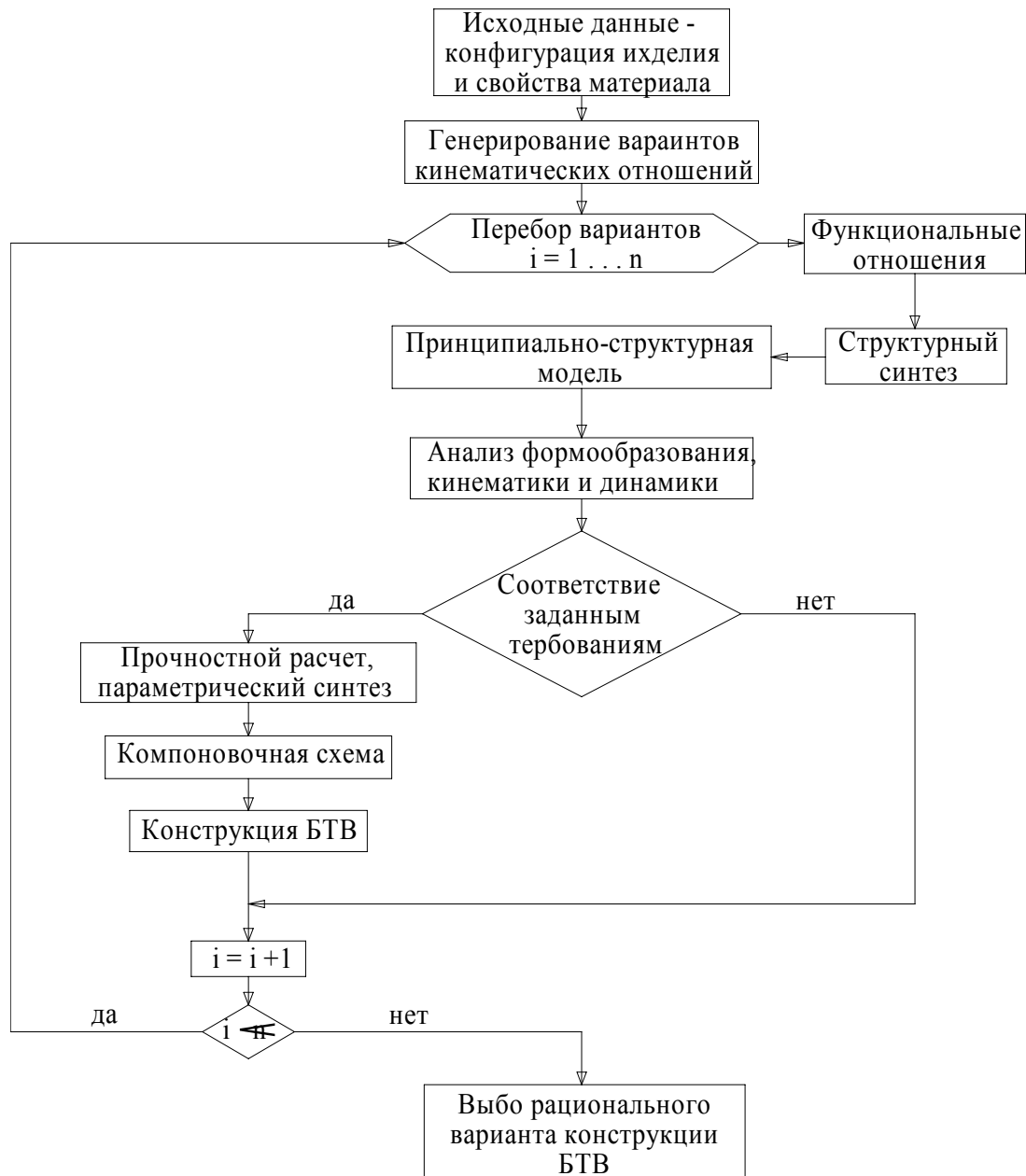


Рис. 3.5. Алгоритм проектирования конструкции БТВ

## **Литература:**

1. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с.
2. Клусов И.А. Проектирование роторных машин и линий. - М.: Машиностроение, 1990. - 320 с.
3. Михайлов А.Н. Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем. - Донецк: ДонНТУ, 2002. - 379 с.
4. Чернышев Е.А., Михайлов А.Н. К вопросу синтеза высокоэффективной технологии формообразования проволочных изделий на роторных машинах// Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Межд. сб. науч. трудов. – Донецк: ДонНТУ, РВА ДонНТУ. - 2005. – Вып. 29. - С. 212 – 219.