

Микроструктура сплава БрБ2 в закаленном и деформируемом состоянии представлена зернами α -твердого раствора и глобулярными включениями интерметаллида. Структура образцов исходной заготовки и образцов после листовой штамповки приведена на рисунке 2.

Результаты исследования структуры и свойств опытных образцов из сплава БрБ2 показали, что с увеличением степени деформации заготовок происходит измельчение зерна и рост твердости по Виккерсу. При этом размер зерна составляет не более 30 мкм, что соответствует требованиям к готовому изделию. Последующее старение, проведенное для повышения прочностных свойств деформированных полуфабрикатов, обеспечило значение твердости, превышающее заданный уровень, равный 320 HV.

Заключение

Полученные из опытных полуфабрикатов токосъемные кольца прошли ресурсные испытания на одном из предприятий отрасли космического машиностроения и были признаны пригодными для использования.

Предварительные расчеты показали, что при реализации новой технологической схемы существенно снижается трудоемкость изготовления колец, а коэффициент использования металла увеличивается более чем в 10 раз и составляет 88,8%.

Системное управление процессом проектирования разделительных штампов для холодной листовой штамповки

к.т.н. доц. Почекуев Е.Н., Шенбергер П.Н.

Тольяттинский государственный университет

8(848)253-92-98, E.Pochekuev@tltsu.ru, 8(848)253-92-98, Shenberger@tltsu.ru

Анотация. Рассматривается процесс системного управления процессом проектирования последовательных разделительных штампов для холодной листовой штамповки. Определены структурно-логические формулы, которые отражают возможные варианты конструкций этих штампов с учетом предложенных признаков узлов и деталей. Определены соответствия между элементами подмножеств разделительного штампа, для описания параметрической структуры объекта с применением методов дискретной математики.

Ключевые слова: Проектирование разделительных штампов, холодная листовая штамповка, системное проектирование.

Автоматизация проектирования последовательных разделительных штампов показала необходимость формализации баз данных элементов штамповой оснастки и создания эффективных алгоритмов их автоматизированного конструирования.

Внедрение логических взаимосвязей в процесс автоматизированного моделирования разделительных штампов целесообразно осуществлять с использованием системного подхода, выступающего в качестве основы для формирования иерархической структуры штампа, состоящей из параметризованных механизмов и узлов.

Множество разделительного штампа S_0 представляется на основе структурно-морфологических матриц как множество соответствующих узлов и деталей (1).

$$S_0 = \|h_0 \ p_0 \ n_0 \ f_0 \ y_0 \ g_0 \ k_0 \ t_0\|, \quad (1)$$

где: S_0 – множество разделительного штампа для холодной листовой штамповки;

h_0 – подмножество групп рабочего инструмента;

p_0 – подмножество плит штампа;

n_0 – подмножество узла направления движения плит штампа;

f_0 – подмножество узла направления и фиксации материала;

y_0 – подмножество узла удаления и прижима материала;

g_0 – подмножество узла ограничения хода подвижных механизмов штампа;

k_0 – подмножество механизмов крепления штампа;

$t0$ – подмножество транспортных механизмов.

Элементы структурно-морфологической матрицы S_0 , являющиеся узлами и механизмами штампа, представляют собой подмножества S_0 и также могут быть выражены в виде структурно-морфологических матриц. В выражениях (2) показаны структурно-морфологические матрицы групп рабочего инструмента (h_0), узла направления движения плит штампа (n_0) и узла направления и фиксации материала (f_0).

$$\begin{aligned} [h_0] &= [h_{ij}]_{lm}, \\ [n_0] &= [n_{yg}]_{kz}, \\ [f_0] &= [f_{qf}]_{ts}, \end{aligned} \quad (2)$$

где: h_{ij} - детали групп рабочего инструмента (h_0);

n_{yg} - детали узла направления движения плит штампа (n_0);

f_{qf} - детали узла направления и фиксации материала (f_0);

l, k, t - число строк структурно-морфологических матриц;

n, z, s - число столбцов структурно-морфологических матриц.

Связи между членами и группами классификации устанавливаются логическими предположениями и высказываниями, формирующими базу знаний процесса проектирования штампов [1].

Для выявления структурно-логических формул, которые отражают возможные варианты конструкций последовательных разделительных штампов, создается иерархическая модель разделительного штампа с использованием условий единственности, которые заключаются в том, что из всех возможных конструктивных элементов может быть представлен только один (3):

$$\bigcup_{i=1}^n \bigcup_{j=1}^m \bigcup_{p=1}^e \bigcup_{q=1}^l ((z_{ij} \wedge \overline{z_{pq}}) \vee (\overline{z_{ij}} \wedge z_{pq})) = 1. \quad (3)$$

и ограничений на сочетаемость элементов (4):

$$\bigcup_{i=1}^n \bigcup_{j=1}^m \bigcup_{p=1}^e \bigcup_{q=1}^l (z_{ij} \wedge z_{pq}) = 0, \quad (4)$$

где: \vee - знак дизъюнкции, логическое сложение, «или»;

\wedge - знак конъюнкции, логическое умножение, «и»;

$\overline{z_{ij}}$ - отрицание Z_{ij} , инверсия, «не» Z_{ij} ;

1 — истина;

0 — ложь;

$i = 1, \dots, n$;

$j = 1, \dots, m$;

$p = 1, \dots, e$;

$q = 1, \dots, l$.

Ограничения на сочетаемость могут быть составлены как для деталей одного узла (5), так и для компонентов из различных механизмов (5).

$$\bigcup_{i=1}^n \bigcup_{j=1}^m \bigcup_{p=1}^e \bigcup_{q=1}^l (k_{ij} \wedge z_{pq}) = 0. \quad (5)$$

Выявление возможных конструктивных признаков разделительных штампов выполняется на основании компьютерной программы, разработанной с использованием полученных

выражений.

Созданный код программы с помощью языка программирования C# на платформе .NET показал, что количество возможных конструктивных признаков штампов зависит от глубины иерархии и числа уровней узлов и механизмов, а также определяется числом ограничений базы знаний.

Например, при описании модели последовательного разделительного штампа с использованием 47 условий единственности и 60 ограничений на сочетаемость расчет программы приводит к получению $4 \cdot 10^{13}$ структурных формул, отражающих возможные варианты конструкции, в которых хотя бы один элемент отличается по составу.

Каждый объект (узел, механизм, деталь) установленной конструкции штампа связан с другим объектом множеством взаимосвязей, содержание которых реализуются через категорию отношений между объектами.

Формирование многоуровневой системы конструктивных взаимосвязей между узлами, механизмами и деталями штампа в сборке выполняется с помощью инструментов программы PLATINUM BPwin. Взаимосвязи разделительного штампа, полученные в BPwin, представлены в виде схемы на рисунке 1.

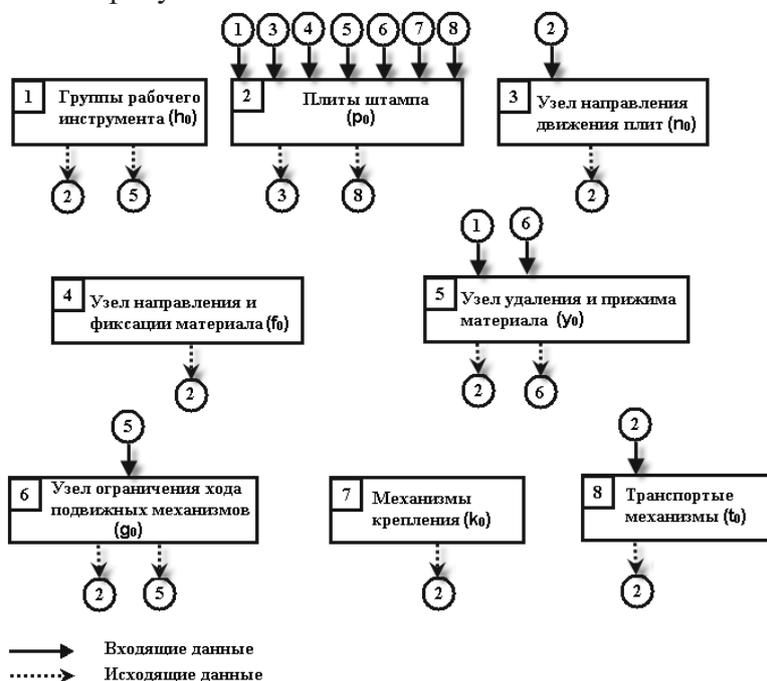


Рисунок 1. Взаимосвязи между узлами и механизмами штампа

Выполнение параметризации модели штампа на более высоком уровне унификации предполагает параметризацию на уровне типовых механизмов и узлов, что позволяет снизить трудоемкость проектных решений в отличие от модели, которая сформирована из отдельных деталей.

Для осуществления параметризации разделительного штампа на основе теории множеств устанавливаются отношения, которые связывают между собой множество штампа S_0 и его подмножества узлов и механизмов.

Отношения между элементами штампа (R_0) можно представить в виде множеств различных типов взаимосвязей:

$$R_0 = \left\| R_1 R_2 R_3 R_4 \dots R_i \right\|, \quad (6)$$

где: R_0 – множество отношений между элементами штампа;

R_1 – подмножество иерархических отношений;

R_2 – подмножество конструктивных (геометрических и размерных) отношений;

R_3 – подмножество сборочных (позиционных и посадочных) отношений;

системы в терминах обмена сообщениями между параметризованными объектами.

В код динамических библиотек приложений программы (*.dll-файлов) заложен механизм управления процессом создания типовых конструкций разделительных штампов с помощью методов, работа которых связана с позиционированием деталей и узлов штампа, с выборкой информации из окон интерфейса программы, с изменением размеров и формы объектов и т.д.

Интерфейс программы создан с учетом последовательного прохождения всей процедуры автоматизированного проектирования, а также в соответствии с узловой декомпозицией штампа. Сформированный таким образом интерфейс предполагает снижение длительности проектных процедур ввиду возможности формирования разделительного штампа на уровне типовых механизмов и узлов.

Разработка пользовательских интерфейсов была осуществлена с помощью инструментов приложения NX User Interface Styler (Siemens PLM Software). Интерфейсы окон диалога для этапов проектирования плит штампа, узла направления движения плит штампа, а также транспортных механизмов представлены на рисунке 2.

Интерфейс приложений сформирован с возможностью реализации соответствующего кода программы на основании принципов абстрагирования, инкапсуляции, модульности и иерархии [4].

Таким образом, использование полученных в работе результатов позволяет формализовать базу знаний процесса проектирования последовательных разделительных штампов и разработать алгоритмы их автоматизированного конструирования на основе системного подхода.

На основании полученных отношений между элементами подмножеств выявляются функциональные зависимости, однозначно описывающие параметры последовательного разделительного штампа.

Литература

1. Почекуев Е.Н. Методы автоматизированного проектирования разделительных штампов для холодной листовой штамповки: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию кафедры «Высокоэнергетические устройства автоматических систем» / Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2009. С. 130-133.
2. База графических данных типовых унифицированных пространственных моделей узлов, механизмов и деталей последовательных разделительных штампов вырубки листовой заготовки: заявка на регистрацию № 2011620251, Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер, 2011.
3. Автоматизированная система для проектирования последовательных разделительных штампов вырубки листовой заготовки: авторское свидетельство РФ, № 2011614118, Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер, 2011.
4. Троелсен Э. С# и платформа .NET. Библиотека программиста / Э. Троелсен. – СПб.: Питер, 2004. С. 139-195.

Повышение качества изделий при отбортовке круглых отверстий в листовых заготовках и профилях

к.т.н. Калюжный А.В.
НТУУ «КПИ»

7 (044) 4549611, k_OMD@ukr.net

Анотация. Рассмотрен способ отбортовки круглых отверстий в листовых заготовках и профилях, который состоит из операций формообразования отверстия холодным выдавливанием с получением профилированной заготовки, пробивки перемычки и отбортовки. Изделие после отбортовки имеет постоянную толщину стенки и ровную цилиндрическую часть. Инженерным методом получены зави-