

При решении обратной задачи, исходя из значений номинальных размеров допусков, координат их середин, предельных отклонений составляющих звеньев определяются те же характеристики замыкающего звена либо, при необходимости, определяются погрешность замыкающего звена, поле рассеяния, координата его середины или границы отклонений замыкающего звена на основании аналогичных данных для составляющих звеньев. Такой подход позволяет также при проектировании гибких автоматизированных систем сборочного производства учитывать поддетальные и поддетально-групповые признаки и параметры сборочных единиц.

УДК 629.015

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гречников Ф.В., Тлустенко С.Ф.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

Формализованное описание, моделирование и автоматизация технологических процессов сборки летательных аппаратов представляют собой сложную иерархическую структуру с протекающими в ней взаимосвязанными процессами. Следовательно, структура сборочного комплекса зависит от ряда технологических условий и требований к сборочному процессу, многие из которых сложно формализовать. В настоящее время в связи с неустойчивым состоянием серийного производства изделий авиационной техники актуальной является проблема сокращения сроков конструкторско-технологической подготовки запуска в производство новых и модернизации существующих изделий. Моделирование технологических систем сборки в таких условиях может происходить в рамках CALS-ориентированных процессов проектирования производства конкретного изделия. Учитывая, что в ряде случаев характер процессов нестационарный, для описания анализируемых сложных нелинейных систем применим аппарат нечетких множеств, задаваемых функцией принадлежности μ_{s_i} . Одним из применимых способов является описание нечетких множеств с помощью функций Гаусса:

$$\mu_{s_i}(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right], \quad (1)$$

где S_i - требование к соединению; x – значение требования (функции); c - значение множества, при котором функция принадлежности принимает максимальное значение; σ - коэффициент широты функции, отвечающий за крутизну кривой.

Для решения задачи оптимизации технологических переходов и операций сборки в проектируемой технологической структуре сборочного процесса необходимо построить нечеткую модель и алгоритм нечеткого вывода для выбора оптимальной структуры сборочного процесса. Исходя из целей данной работы, необходимо определить способы подачи и соединения деталей при используемом оборудовании и оснастке. Сформулируем для одного из вариантов проекта сборки порядок решения поставленной задачи:

- построение таблицы принадлежности технологических условий к способам подачи деталей, сборочной оснастке и оборудованию для сборочной единицы. Таблица позволяет выделить значимые параметры и сократить размерность поставленной задачи.

- построение формализованного описания сборочной системы на основе значимых параметров, когда можно сформировать обучающее множество правил, например, для сборочной оснастки следующего вида:

Π_i : если x_i есть S_{i_1} И ... И x_j есть S_{ij} И ... И x_m есть S_{im} , ТО y есть B_i .

- построение нечеткой нейронной сети ANFIS (Adaptive Network - based Fuzzy Inference System). Количество входных сигналов определяется согласно количеству значимых параметров. Архитектура нейронной сети при этом может быть представлена схемой формирования объемной матрицы параметров сборочных модулей и включает в себя пять слоев:

- первый – логические признаки принадлежности входных переменных;
- второй - антецеденты (посылки) нечетких правил;
- третий - нормализация степеней и адекватности выполнения правил;
- четвертый – установление правил вывода;
- пятый – агрегирование результата, полученного по различным правилам.

Под технологическим модулем понимаем комплекс элементарных сборочных действий, которые выполняются в заданной последовательности и имеют законченный объем, а конструкционный модуль - это его функциональная конструкционная реализация.

Технологические модули формируем на основании конструктивных сборочных соединений изделия. Они тесно связаны с конструктивными модулями переналаживаемой сборочной оснастки и оборудования. Технологические модули представляют собой элементарную технологическую единицу с определенным объемом переходов сборки, вытекающих из гибкости модуля и особенностей модульной автоматической сборки. Модули могут образовывать комплекты и комплексы, в зависимости от степени объединения выполняемых сборочных функций. В общем случае технологический модуль можно описать матрицей.

Поскольку расстояния между базовыми точками сборочного пространства определяются как функции времени изменения их координат, то при математическом моделировании сборочную систему рассматриваем в двух аспектах: как систему материальных объектов производства A , включающую в себя как оборудование, инструмент, оснастку, так и технологическую систему P с операторами преобразования , характеризующими процессы сборки. Технологический оператор τ_k характеризует переход сборочного процесса T_i при реализации соединения, когда объект производства приобретает новые заданные свойства. Состав операторов T_i составляет часть множества $T = \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_R$ операторов всей технологической системы. Материальные объекты технологической системы образуют множество $\Pi = \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_Q$, а полный состав элементов технологической системы описывается множеством $P = T \cup \Pi$. Отношения смежности, порядка или иерархической подчиненности между элементами P описываются булевой матрицей $[PxP]$, которую можно представить как блочную матрицу $P \times P = \begin{bmatrix} T \times T & T \times \Pi \\ \Pi \times T & \Pi \times \Pi \end{bmatrix}$, блоки которой описывают бинарные отношения между элементами одного множества T или Π (например, взаимосвязь технологических операторов по возможной очередности их реализации или наличие сопряжений между элементами конструкции приспособления).

Для установления отношений и связей между свойствами изделия A и технологической системы P используется пространство контуров F , единое для всех элементов изделия и технологической системы:

$$F = F_1, F_2, \dots, F_N, \forall F A_k, F P F A_k, F P \subseteq F .$$

Пространство контуров F при решении некоторых задач удобно представлять как булево векторное пространство, в котором составы контуров изделия, технологических

операторов и элементов технологической системы являются булевыми векторами в пространстве F .

На основании установленных взаимосвязей гибкой модульной автоматической сборки получены типовые схемы структур гибких модульных сборочных систем, которые могут быть представлены комплексным оргграфом.

Выявленные закономерности развития структур дают возможность осуществлять целенаправленный переход от исходных требований, предъявляемых к позициям сборки, к оптимальной структуре гибких модульных сборочных систем, модульным технологиям с различными компоновками переналаживаемого модульного сборочного оборудования и оснастки.

УДК 629.73-03

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОТЕКСТУРОВАННЫХ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гречников Ф.В., Михеев В.А., Кузина А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Необходимость разработки новых материалов и развитие комплексных подходов в технологии получения листовых полуфабрикатов с заданным составом текстур и физико-механических свойств возникла в связи с широким применением в авиации анизотропных материалов на основе алюминия, магния, кремния, титана и бериллия. Однако эффективность использования анизотропных материалов по ряду нерешенных проблем была и остается весьма низкой. Прежде всего, это касается алюминиевых сплавов, являющихся основой для производства авиационной и ракетно-космической техники. Благодаря своим уникальным свойствам, а именно легкости и высокой удельной прочности они незаменимы при изготовлении силового набора и обшивок планера самолета, обечаек, обтекателей, баков и силовых деталей корпусов ракет-носителей.

Проведенные ранее многочисленные исследования показали, что особенность строения листовых алюминиевых полуфабрикатов приводит к необходимости увеличения толщины исходной листовой заготовки для компенсации чрезмерного утонения в опасном сечении при формообразовании листовых деталей. В результате этого алюминиевые листовые материалы обладают низкими технологическими свойствами, что препятствуют широкому использованию подобных сплавов в авиационной промышленности.

Это связано с тем, что в составе текстур листового материала либо преобладают неблагоприятные кристаллографические ориентировки, способствующие преимущественному развитию деформации по толщине листа, либо такая текстура менее благоприятна для тех или иных штамповочных процессов. Это является причиной высокого брака и больших технологических отходов. Кроме того к технологическим проблемам можно добавить эксплуатационные проблемы. Из-за неблагоприятной текстуры и анизотропии свойств листового материала ухудшаются прочностные характеристики изделий, изготовленные принудительно из листовых заготовок завышенной толщины.

Поэтому разработка высокотекстурированных листовых материалов авиационного назначения, обеспечит условия получения алюминиевых изделий, обладающих универсальным комплексом технологических и эксплуатационных характеристик, а также фазово-переходной памятью структурных превращений. Программа исследований включает процессы многоциклового прокатки, литья и кристаллизацию из расплава алюминиевых