

ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© 2011 Д.Г. Вольсков¹, М.В. Савин¹, А.М. Джафаров²

¹ Институт авиационных технологий и управления
Ульяновского государственного технического университета
² ФНПЦ ОАО «НПО «Марс»», г. Ульяновск

Поступила в редакцию 12.05.2011

Автоматизированное проектирование универсально-сборных приспособлений (УСП) представляет собой процесс алгоритмического синтеза конструктивных элементов. При этом под конструктивным элементом понимается часть конструкции, которую в процессе проектирования нерационально членить на более мелкие составляющие. Конструктивным элементом может быть сборочная единица, деталь, часть детали (поверхность, группа поверхностей). Конструкция приспособления УСП рассматривается как множество пространственно упорядоченных и метрически определенных конструктивных элементов, каждый из которых обладает определенными геометрическими, физическими, технологическими, функциональными и другими свойствами.

Ключевые слова: конструкция авиационная; обработка механическая; проектирование автоматизированное; производство мелкосерийное (единичное); информация первичная (геометрическая); расчет точный; элемент конструктивный; чертеж операционный; устройство установочное; параметр габаритный; оформление конструктивное; схема зажимная; признак технологический; отверстия обрабатываемые; описание математическое.

Непрерывное усложнение конструкций авиационной техники, рост требований к их эксплуатационному качеству, обострение конкуренции на рынке авиационной продукции вызывают насущную необходимость в резком сокращении длительности производственно-технологического цикла создания самолетов с повышением качества принимаемых и реализуемых проектных технологических решений. Это возможно лишь при автоматизации технологической подготовки производства.

Совершенствование конструкции самолетов, направленное на повышение ресурса работы, экономичности других его параметров, в значительной степени влияет на технологию изготовления деталей. Характерными особенностями производства современных самолетов являются сложность конструктивных форм деталей, широкое применение для их изготовления труднообрабатываемых материалов. Большинство деталей самолета изготавливается механической обработкой, а для оснащения производства используют большое число станочных и других приспособлений.

Технологическая оснастка играет важную роль в интенсификации производства изготовления деталей, поэтому на предприятиях вопросам применения, проектирования, изготовления и эксплуатации приспособлений уделяется большое внимание.

Основное внимание при проектировании приспособлений уделяется решению вопросов по совершенствованию конструкций, уменьшению времени проектирования и изготовления станочных приспособлений. Это объясняется тем, что оснащение технологических операций механической обработки заготовок станочными приспособлениями требует большой затраты средств и труда [2].

В современных рыночных условиях применение массового типа производства крайне ограничено, несмотря на его высокую эффективность, поскольку предполагает выпуск однородной продукции в течение длительного времени с преобладанием рынка продавца и неограниченного роста, поэтому сегодня на его долю приходится, примерно, 20% выпуска продукции машиностроения [4].

Текущие рыночные условия ставят задачу удовлетворения разнообразного и изменчивого спроса во всех отраслях производства, что требует повышения эффективности, в том числе за счет применения современных методов организации, планирования и управления, мелкосерийного и единичного производств. Выявление резервов эффективности также направлено на организа-

Вольсков Дмитрий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Самолетостроение». Тел. (8422) 20-96-96.

Савин Максим Валерьевич, старший преподаватель кафедры «Самолетостроение»

Джафаров Ариф Мехдиевич, кандидат технических наук, заместитель главного инженера по производству

цию тесных взаимосвязей с поставщиками и потребителями промышленного предприятия (формирование разветвленных логистических цепей); унификацию сборочных узлов и деталей и применение модульного принципа в разнообразии гаммы выпускаемой продукции; использование высокопроизводительных роботизированных и автоматизированных многофункциональных производственных комплексов и т. д.

Доля всех производственных предприятий, использующих единичное мелкосерийное производство (стратегию, ориентированную на процесс), стратегию производства “на заказ”, составляет около 75-85%.

Единичное производство характеризуется:

- малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается;
- большой номенклатурой выпускаемых изделий; неустойчивой технологической специализацией участков;
- универсальным оборудованием;
- разнообразными и неупорядоченными связями между рабочими местами;
- универсальным высококвалифицированным персоналом.

Так как целью проектирования является получение комплекта конструкторско-технологических документов, необходимых для изготовления приспособлений в инструментальном производстве, то процессы автоматизированного проектирования оснастки универсально-сборных приспособлений (УСП) должны включать

в себя машинное конструирование, технологическую подготовку производства конструкций, разработку конструкторской документации, получение технологических и технико-экономических документов.

Исходя из изложенной концепции системы автоматизированного проектирования и изготовления приспособлений могут строиться согласно схеме, приведенной на рис. 1. В ЭВМ вводится информация об оснащаемом объекте (обрабатываемой заготовке, собираемой сборочной единице и т.д.) и некоторые сведения о технологической операции. Процесс автоматизированного проектирования начинается с реализации программ синтеза, в результате чего генерируется информационное цифровое описание конструкции [2].

Управление передается подсистеме получения конструкторской документации. Она содержит блок составления спецификации, результаты которого выдаются на печатающее устройство (ПУ) ЭВМ и комплекс блоков формирования программ вычерчивания. Последние управляют графическо-геометрическим блоком при построении сборочного и детализованных чертежей конструкции. Процесс завершается в подсистеме технологической подготовки производства приспособлений, включающей блоки технологического проектирования и подготовки программ для оборудования с ЧПУ. В результате на ПУ печатается необходимая технологическая документация, а на внешних устройствах формируется необходимая информация для АСУП и выдаются программы управления оборудованием с ЧПУ.

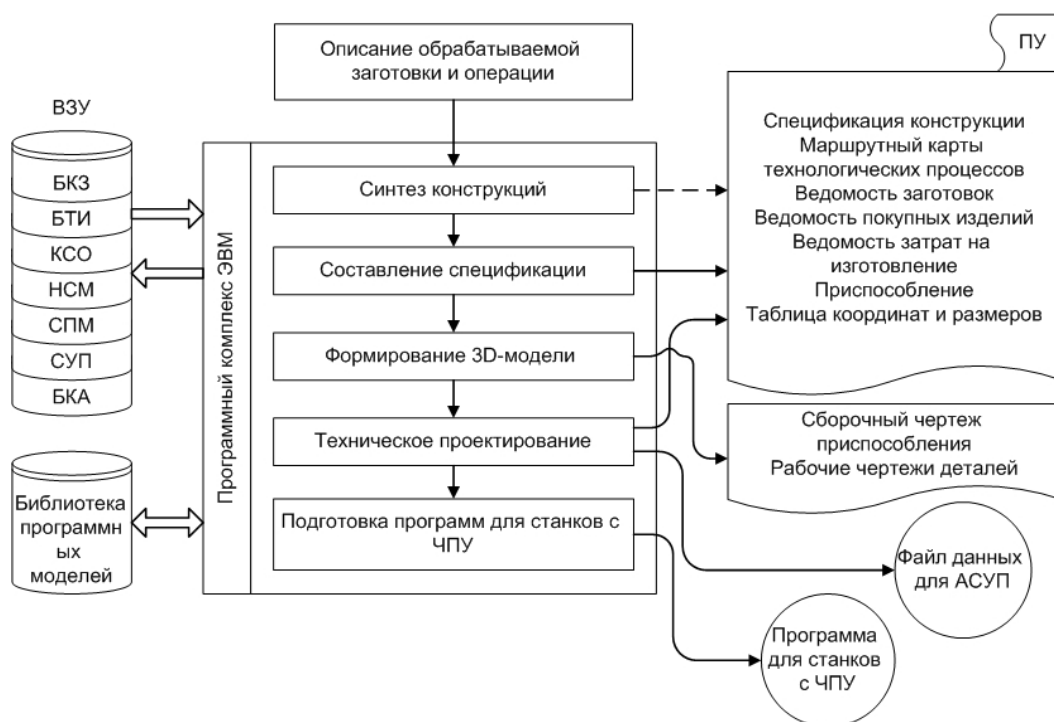


Рис. 1. Схема автоматизированного проектирования технологических приспособлений

Система проектирования использует массивы постоянной (базовой) информации, которые хранятся на внешних накопителях (ВЗУ) ЭВМ. К массивам базовой информации относятся: библиотека конструктивных элементов (БКЭ), имеющая первостепенное значение; библиотека типовых изображений (БТИ); каталог сведений об оборудовании (КСО); нормативно-справочные материалы (НСМ); спецификационные массивы наименований и обозначений деталей (СПМ); сведения об условиях производства оснастки (СУП); библиотека конструкций-аналогов (БКА).

Автоматизированное проектирование приспособления УСП представляет собой процесс алгоритмического синтеза конструктивных элементов. При этом под конструктивным элементом понимается часть конструкции, которую в процессе проектирования нерационально членить на более мелкие составляющие. Конструктивным элементом может быть сборочная единица, деталь, часть детали (поверхность, группа поверхностей). Конструкция приспособления УСП рассматривается как множество пространственно упорядоченных и метрически определенных конструктивных элементов, каждый из которых обладает определенными геометрическими, физическими, технологическими, функциональными и другими свойствами.

Совокупность свойств конструкции приспособления можно отразить с помощью информационной модели, минимальная форма которой может быть представлена в следующем виде:

$$\bar{K} = \{\mathcal{E}_i, \bar{\psi}_i, \bar{g}_i\}_{i=1}^m, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_i - код конструктивного элемента, моделирующий всю полноту его свойств;

$\bar{\psi}_i$ - вектор пространственного расположения элемента;

\bar{g}_i - вектор метрических характеристик конструктивного элемента.

Информационная модель конструкции определяет состав и структуру проектируемого приспособления. В ней содержатся сведения как об элементах и их свойствах, так и об их взаимных отношениях и связях. Последние характеризуются векторами пространственного положения $\bar{\psi}_i$, а также функциональными взаимосвязями (установочной, зажимной, направления инструмента, деления, корпуса и т.д.), содержащимися в кодах элементов. Это позволяет легко установить переход от модели к представлению конструкции в любой другой форме, например в виде графа, для чего требуется принять коды элементов в качестве вершин графа, а размерные соотношения - в качестве его дуг.

Соответствующие модели цифровых информационных массивов отражают результат авто-

матизированного синтеза конструкции и образуют вход в другие блоки системы (см. рис. 1).

Конструкцию приспособления \bar{K} , описываемую информационной моделью, можно рассматривать как управляемую систему (объект) процесса автоматизированного проектирования. Управляющую (проектирующую) систему при этом образует последовательность (вектор) управляющих функций $\bar{U}(t) = \{\bar{U}_1(t), \dots, \bar{U}_n(t)\}$, которые составляют алгоритм проектирования.

Под влиянием управляющих воздействий вектора $\bar{U}(t)$ объект проектирования \bar{K} меняется в пространстве и во времени, проходя ряд фазовых состояний, определяемых некоторым множеством параметров (фазовых координат) $\bar{K}(t_i) \in K$ n -мерного ортогонального пространства Q . Параметры $\bar{K}(t_i)$ описывают количественные и качественные свойства конструкции в любой i -й точке фазовой траектории, переводящей конструкцию $\bar{K}(t)$ из начального фазового состояния $\bar{K}(t_0)$ в конечное $\bar{K}(t_n)$, где t_0 - момент окончания ввода в ЭВМ входных данных управляющих параметров; t_n - момент завершения формирования описания конструкции приспособления (рис. 2).

Любое промежуточное фазовое состояние $\bar{K}(t_i)$ конструкции представляет собой некоторую совокупность инженерных решений, полученных к моменту t_i процесса синтеза.

Новые геометрические, технологические, технические и другие свойства конструкции, моделируемые с помощью информационной модели \bar{K} , появляются при конструировании скачкообразно, по мере накопления количественных показателей. В связи с этим процесс автоматизированного построения конструкции считается дискретным на всем протяжении всевозможных фазовых траекторий, располагаемых внутри рассматриваемого фазового пространства (см. рис. 2). Отдельным состояниям конструкции на фазовой траектории соответствуют фазовые подпространства, охватывающие всевозможные решения на различных этапах стади-

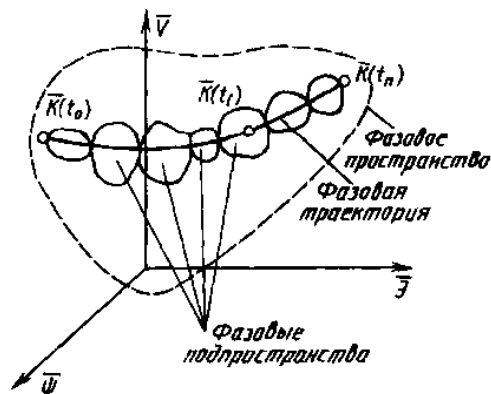


Рис. 2. Фазовые состояния конструкции

ях автоматизированного проектирования приспособлений.

Степень совершенства конструкции приспособления может быть оценена величиной Φ , обозначающей критерий качества конструкции. Критерий качества – это функция многомерных параметров информационной модели конструкции приспособления, то есть:

$$\Phi = \Phi(\bar{K}(t_i)). \quad (2)$$

Отдельными аргументами функции Φ могут служить технические” технологические, экономические, эргономические, эстетические показатели, а также уровень стандартизации и нормализации.

Каждый из перечисленных показателей, в свою очередь, может представлять собой функцию ряда других параметров (показателей) конструкции. Например, технологический показатель качества включает в себя степень обеспечения приспособлением точности выдерживаемых на операции размеров и уровень технологичности конструкции. Технические критерии качества охватывают показатели, характеризующие жесткость конструкции, ее виброустойчивость, степень дисбаланса и надежности, уровни механизации и автоматизации работы. Эргономическими аргументами функции качества Φ являются степень автоматизации управления работой приспособления, удобство установки и съема обрабатываемой заготовки, “наблюдаемость” зоны резания при обработке. Аналогичным образом можно выделить составляющие эстетического и экономического показателей, а также показателя стандартизации и нормализации.

Отправным пунктом алгоритмизации проектирования оснастки является система исходных данных, то есть система параметров аргументов, функцией которых является алгоритмически определяемая конструкция приспособления. Совокупность этих параметров можно однозначно задать с помощью строгой системы четко сформулированных правил - системы кодирования исходной информации.

Хорошие результаты получены при использовании системы кодирования информации.

Источниками первичной информации служат следующие документы:

- 1) задание на проектирование приспособления;
- 2) техническая карта механической обработки заготовки на данной операции;
- 3) операционный эскиз обрабатываемой заготовки;
- 4) конструкторский чертеж детали или 3D модель детали.

Использование при кодировании всех четырех документов является недоступным и часто приводит к ошибкам. Поэтому целесообразно всю информацию для проектирования сосредото-

чить в одном документе, который принято называть операционным 3D чертежом детали.

Обрабатываемая заготовка на операционном 3D чертеже представляется в том виде, который она приобретает после выполнения оснащаемой операции. На операционном 3D чертеже указываются места базирования и закрепления заготовки при обработке. В рамках операционного 3D чертежа следует указать наименование операции, модель станка, заданную производительность обработки, вид применяемого при закреплении заготовки силового механизма, число одновременно обрабатываемых заготовок и др.

Операционный 3D чертеж должен давать полную размерную характеристику заготовки. Размеры, выдерживаемые на операции, и все остальные размеры, которые могут интересовать конструктора, проставляются с их допусками.

Операционный 3D чертеж должен отражать качественные характеристики заготовки. На нем необходимо указать чистоту обрабатываемых, установочных и зажимных поверхностей, материал заготовки, твердость, момент от сил резания и др.

Составление операционного 3D чертежа, описанным выше способом, не займет много времени, особенно если эту работу будет выполнять технолог, проектирующий оснащаемую операцию. Такой 3D чертеж может стать единственным источником исходной информации на автоматическое проектирование приспособления. Пример операционного 3D чертежа представлен на рис. 3.

При алгоритмическом проектировании станочной оснастки нет необходимости учитывать все свойства детали. Например, на результаты проектирования не оказывают влияния электрические и магнитные свойства, теплопроводность и т.д.

Каждое из учитываемых при проектировании свойств детали формально представляется в виде параметра исходной информации. По природе отражаемых свойств исходную информацию на автоматическое проектирование приспособлений можно разделить на шесть классов (табл. 1).

Свойства детали бывают общими, относящимися ко всей детали (масса, габаритные размеры, материал). Некоторые свойства касаются лишь отдельных частей (элементов) детали (чистота поверхности, ее размеры, форма и др.) и могут быть названы частными. Информация об общих свойствах детали заносится один раз. Значение параметров, оформляющих частные свойства детали, записываются столько раз, сколько элементов содержит деталь.

Множество всех поверхностей, ограничивающих любую обрабатываемую заготовку, можно подразделить по технологическому признаку на два подмножества: функциональные поверхности и свободные поверхности. К первой груп-

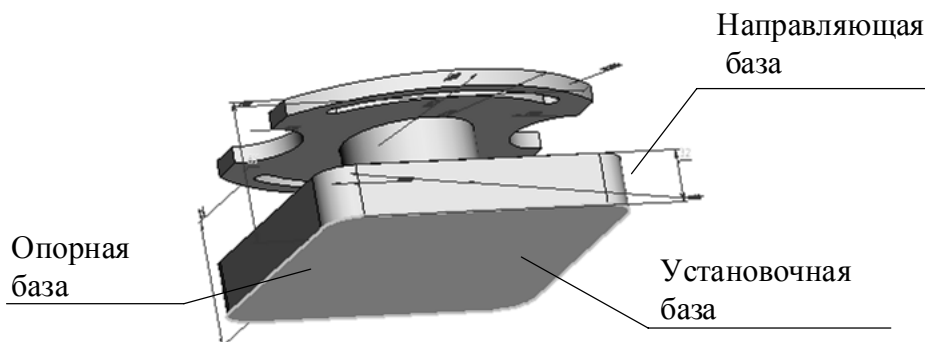


Рис. 3. Операционный эскиз

Таблица 1. Классификация исходной информации

	Класс информации
Технологическая	Технологическое назначение поверхностей (установочные, обрабатываемые, свободные), режимы обработки
Геометрическая	Размеры, форма, расположение в пространстве детали и ее элементов
Логическая	Взаимное расположение элементов детали друг относительно друга
Точностная	Допуски на обрабатываемые поверхности и координирующие размеры
Физико - химическая	Материал, масса, состояние поверхностей, твердость, чистота поверхности и др.
Организационная	Производительность обработки, число одновременно обрабатываемых заготовок, модель станка и др.

пе относятся поверхности, выполняющие в процессе обработки какую-либо рабочую функцию (установочные, поверхности под зажим, обрабатываемые), ко второй - все остальные поверхности. Каждой поверхности детали присваивается признак ее технологического назначения.

Геометрическая информация включает в себя метрические параметры заготовки и информацию об ее форме. Метрическая информация не требует какой-либо переработки в процессе кодирования и записывается в бланк непосредственно из операционного чертежа.

Полная система сведений об обрабатываемой заготовке заносится в таблицу исходной информации (ТИИ). Это единый исчерпывающий документ, содержащий необходимые и достаточные данные для алгоритмического проектирования приспособления. Таблица представляет собой двумерный цифровой массив (матрицу) $A[ij]$ с постоянным числом строк и переменным числом столбцов, что зависит от степени сложности детали. Максимальное число столбцов принято равным 51. Каждый столбец представляет один раздел кодированной информации.

Нулевой столбец (табл. 2) характеризует ос-

новные сведения о детали. В него заносится информация о габаритных размерах, физических и химических свойствах, организации обработки, информация о станке, усилия резания и т.д.

На стадии конструктивного оформления установочной схемы решается задача синтеза конструкции установочных устройств и конструктивных элементов. Блок-схема этого процесса представлена на рис. 4. Следует указать на принципиальные отличия в методах моделирования процессов проектирования на первой и второй стадиях алгоритмического конструирования установочных устройств. На стадии выбора схем установки моделирование осуществляется на основе теории точностных расчетов. При этом достигается в достаточной степени точное математическое описание моделируемого процесса, что повышает эффективность функционирования создаваемой модели.

Результатами реализации алгоритма проектирования установочных устройств является перечень кодов установочных элементов с указанием всех необходимых расчетных и корректирующих сведений об этих элементах, а также данных об их пространственном расположении.

Таблица 2. Содержание нулевого раздела ТИИ

Номер строки	Обозначение	Параметр	Размерность
1	$L_{\text{заг}}$	Длина заготовки	мм
2	$B_{\text{заг}}$	Ширина заготовки	-
3	$H_{\text{заг}}$	Высота заготовки	-
4	l_0	Вылет заготовки в отрицательном направлении оси	-
5	b_0	То же (ось OY)	-
6	h_0	То же (ось OX)	-
7	$G_{\text{заг}}$	Масса детали	кг
8	НВ	Твердость	МПа
9	R	Производительность обработки	шт.
10	n	Число одновременно обрабатываемых деталей	шт.
11	СМ	Вид силовых механизмов	-
12	P_x	Максимальная сила резания	Н
13	$M_{\text{кр}}$	Максимальный крутящий момент	Н*м
14	СТ	Тип станка	-
15	ВП	Вид приспособления	-
16	МД	Материал детали	-

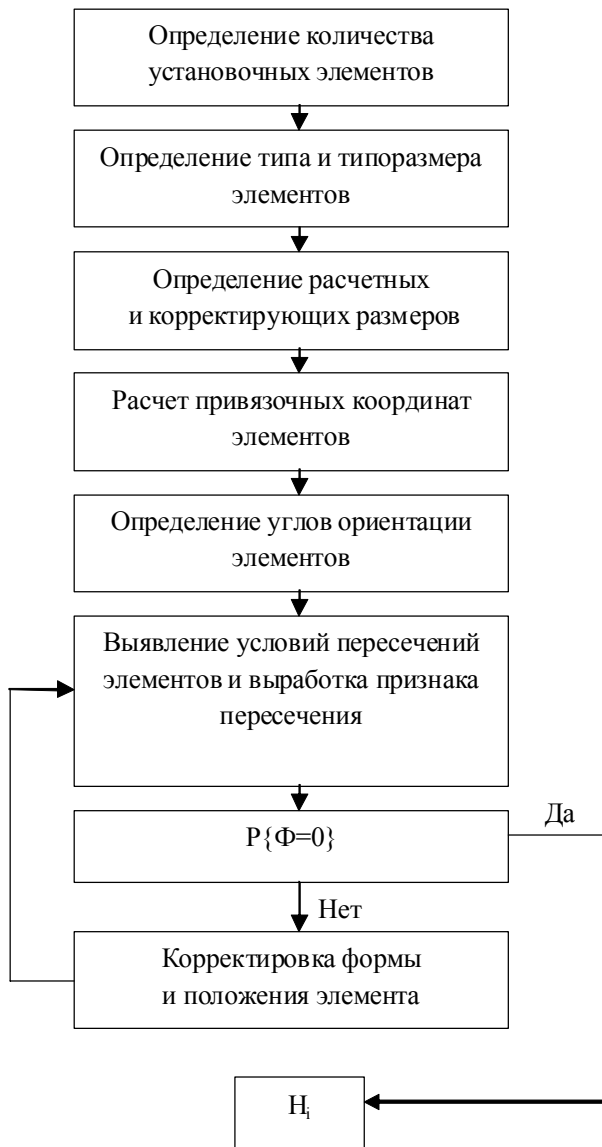


Рис. 4. Блок-схема проектирования установочных элементов

Задача алгоритма проектирования (компоновки) схемы зажима заключается в определении следующих величин:

1. общего числа зажимных элементов $i^{(a)}$, которые необходимо для конструктивного оформления выбранной схемы;
2. кодов типоразмеров этих элементов;
3. шести координат вектора расположения каждого элемента;
4. расчетных и корректирующих данных, определяющих размеры и формы элементов, составляющих схему зажима. Размеры зажимных элементов особенно тщательно учитываются при решении задач о пересечениях элементов конструкции и связанной с этим корректировкой положения. В свою очередь, типоразмер зажимных элементов определяется требуемым зажимным усилием, которое зависит как от величины силовых параметров резания, развиваемых при обработке, так и от местоположения зажимного элемента.

Сначала в зависимости от габаритных размеров, массы заготовки и максимального диаметра обрабатываемого отверстия назначаются типоразмеры зажимных элементов и по ним определяются габаритные размеры последних. Затем в зависимости от габаритных размеров поверхности под зажим и выбранного типа зажимных устройств определяется число зажимных элементов, соответствующее каждой из имеющихся зажимных поверхностей. Далее, исходя из общих закономерностей, обусловленных основными требованиями к схеме зажима, и число зажимных устройств, определяется область, в которой могут разместиться зажимные элементы, и предварительно находятся их координаты относительно главной системы координат.

Получив данные о расположении зажимных элементов, в пространстве выполняется силовой

расчет системы заготовка-приспособление, определяется требуемое зажимное усилие и его доля, приходящаяся на каждый элемент.

Следующим этапом конструирования схемы зажима является проверка возможности установки зажимных элементов по расчетным координатам с учетом наличия в данном месте ребер, выступов, углублений. Эта проверка осуществляется путем сложного геометрического анализа форм и размеров элементов заготовки и приспособления. При наличии пересечения предусматривается корректировка положения зажимного элемента или корректировка его формы или размеров.

После окончательного определения положения зажимов и подсчета требуемого усилия зажима окончательно уточняются типоразмеры элементов, образующих зажимную схему.

Корпус является основной частью приспособления, соединяющий в единый работоспособный механизм все его функциональные элементы установочные, зажимные, направляющие и др. Поэтому конструкция корпуса приспособления в значительной степени определяется номенклатурой и взаимным расположением крепящихся на нем элементов, а также формой и размером обрабатываемой заготовки. Корпус должен иметь базовые поверхности для соединения его со станком.

В качестве исходной информации для проектирования корпуса служит таблица исходной информации и данные, полученные на этапах проектирования установочных, зажимных и направляющих элементов приспособления.

Схема корпуса определяется расположением

основной плоскости относительно стола станка, а также расположением функциональных элементов (посадочных мест) и обрабатываемой заготовки относительно основной плоскости. Сама основная плоскость может быть расположена горизонтально, вертикально или наклонно относительно стола станка.

Алгоритмический поиск схемы корпуса строится по следующей методике:

1. выявляются коды функциональных элементов, для проектирования посадочных мест (ПМ), которых требуется индивидуальный подход;

2. анализируется последовательность координирующих точек и точек, принадлежащих поверхностям посадочных мест. В результате этого находится основная плоскость, определяется расположение посадочных мест относительно нее и друг друга;

3. анализируется расположение детали относительно основной плоскости;

4. окончательно корректируется положение основной плоскости и массив признаков, определяющих схему корпуса.

Непосредственное конструирование корпуса заключается в выборе из библиотеки конструктивных элементов корпуса УСП, которые соответствуют выявленной схеме корпуса и форме посадочных мест, а также в определении места их установки, пространственной ориентации и расчетных размеров.

В качестве примера корпуса УСП, спроектированного алгоритмически на основе принципов изложенной методики, может служить конструкция, представленная на рис. 5. Здесь корпус УСП показан в комплексе с другими функциональ-

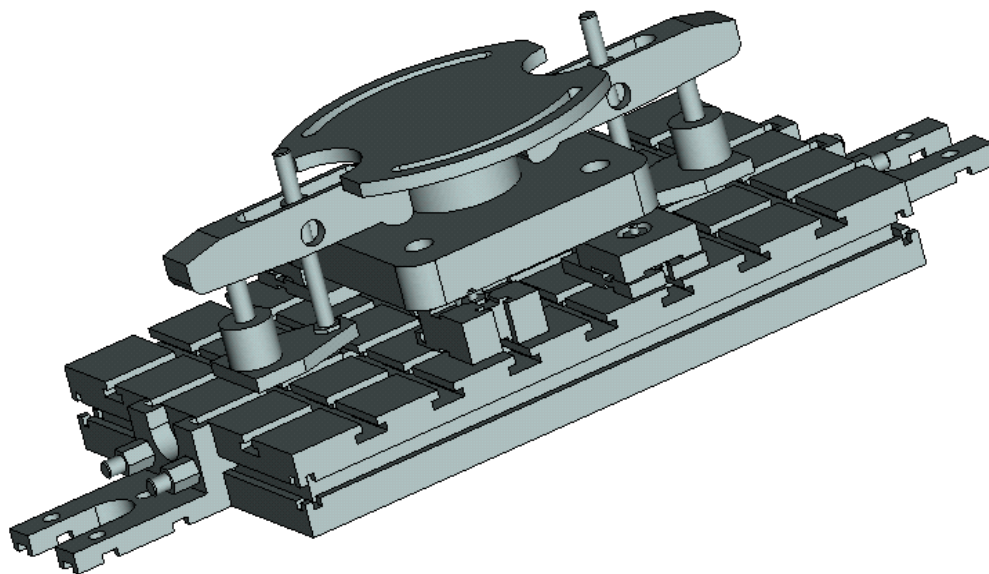


Рис. 5. Графическое представление результатов синтеза проектирования приспособления УСП

ми элементами приспособления, которые на нем крепятся. Приспособление проектировалось применительно к детали, операционный эскиз, который изображен на рис. 3.

После обработки партии заготовок приспособление разбирают, а его элементы используются для агрегатирования новых компоновок оснастки.

Главное преимущество УСП – возможность повышения технологической оснащенности производства, повышение производительности и обеспечение производства специальной технологической оснасткой в кратчайшие сроки. Быстрота агрегатирования обеспечивается за счет: универсальности конструкций, высокой точности и взаимозаменяемости элементов. Технически и экономически обоснованный уровень оснащенности производства обеспечивается с наименьшими затратами. Он может быть увеличен в 10–15 раз по сравнению с уровнем оснащенности при использовании нестандартизированной сборной оснастки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондаков А.И. САПР технологических процессов : учебник для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Издательский центр “Академия”, 2007. 272 с.
2. Шманев В.А., Шулепов А.П., Анипченко Л.А. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов: Конструкции и проектирование: Учеб. пособие для авиационных вузов; Под общ. ред. В.А. Шманева. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
3. Использование конструкторского твердотельного моделирования в разработке технологического процесса // Современные технологии производства и управления в авиастроении: сборник научных трудов, посвященный 60-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 г.г./ Ульянов. Гос. Техн. Ун-т, ИАТУ. Ульяновск: УлГТУ, 2005. С. 25-29.
4. Сайт «Логистика». URL: <http://www.startlogistic.ru> (дата обращения 20.04.2011).
5. Сайт ООО «Техно-лайн». URL: <http://www.tehnonline.ru> (дата обращения 22.04.2011).
6. Сайт ООО «МПМ Технология». URL: <http://pressforma.npov.ru> (дата обращения 24.04.2011).
7. Сайт ООО «Дельта Технология». URL: <http://delta-grup.ru> (дата обращения 25.04.2011).

EXPERIENCE of the AUTOMATED DESIGNING of UNIVERSALLY-COMBINED TEAMS of ADAPTATIONS ON THE BASIS OF SOLID-STATE MODELLING

© 2011 D.G.Volskov¹, M.V.Savin¹, A.M.Dzhafarov²

¹Institute of Aviation Technologies and Management,
Ulyanovsk State Technical University

²FNPC Open Society “NPO “Mars”, Ulyanovsk

The automated designing of universally-combined teams of adaptations represents process of algorithmic synthesis of constructive elements. Thus the constructive element is understood as a part of a design which during designing it is irrational to divide on finer components. A constructive element can be assembly unit, a detail, a part of a detail (a surface, group of surfaces). The design of adaptation USP is considered as set spatially ordered and metrically the certain constructive elements, each of which possesses certain geometrical, physical, technological, functional and other properties.

Keywords: a design aviation; processing mechanical; designing automated; manufacture small-scale (individual); the information primary (geometrical); calculation exact; an element constructive; the drawing operational; the device adjusting; parameter dimensional; registration constructive; the scheme tightening; an attribute technological; apertures processable; the description mathematical.

Dmitry Volskov, Candidate of Technics, Associate Professor at the Aircraft Construction Department. Tel. (8422) 20-96-96.

Maxim Savin, Senior Lecturer at the Aircraft Construction Department

Arif Dzhafarov, Candidate of Technics, Deputy Chief Engineer for the Production