

## **Кодирование авиационных деталей из трубчатых заготовок и его применение в системах автоматизированного проектирования**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Рассмотрен вопрос автоматизации технологической подготовки производства на авиационном предприятии. Описан метод кодирования геометрических и технологических параметров деталей, позволяющий использовать полученный код для автоматизации принятия рациональных технологических решений.

**Ключевые слова:** технологическая подготовка производства, автоматизация, кодирование, детали авиационных трубопроводов, технологичность, проектирование технологических процессов.

Создание нового самолета требует решения комплекса конструкторских, технологических и организационно-экономических задач. Основой решения этих задач является технологическая подготовка производства (ТПП), которая должна обеспечивать полную технологическую готовность предприятия к производству изделия в соответствии с заданными технико-экономическими показателями, устанавливающими высокий технический уровень и минимальные трудовые и материальные затраты.

На повышение уровня технологической подготовки производства влияет ряд факторов, которые можно объединить в три группы: технические, экономические и организационные.

Основным направлением научно-технического прогресса в современном авиационном производстве является комплексная автоматизация всех этапов создания изделия – от его проектирования до изготовления, контроля и испытаний. Поэтому среди технических факторов можно выделить

- применение автоматизированной системы управления производством;
- применение системы автоматизированного проектирования (САПР) технологической подготовки.

При проектировании технологических процессов в условиях АП появляется специальный этап работы, связанный с подготовкой исходных данных для машинного решения технологической задачи. К специальным работам относятся кодирование, сохранение информации и контроль результатов кодирования. Разработка систем кодирования предполагает проведение анализа и предварительное классифицирование объектов и средств производства.

В качестве объекта исследования были выбраны авиационные детали из трубчатых заготовок – один из важнейших классов авиационных деталей. Проведенный анализ существующих систем кодирования параметров деталей показал, что широкая универсальность ряда систем кодирования, существенно затрудняет их использование для решения широкого класса технологических задач в условиях автоматизированного проектирования. Примером этого может быть конструкторско-технологический код детали который был использован в рамках внедрения ЕСТПП Согласно этому классификатору для деталей из труб были описаны только конструкторские признаки. Технологические признаки, выбранные для использования в данном кодификаторе, универсальны для всех

классов. Поэтому они не позволяют в полной мере описать технологическую характеристику деталей из труб.

При исследовании номенклатуры авиационных деталей из труб, были выявлены параметры деталей из труб которые максимально влияют на технологичность ее изготовления. Также было определено от чего зависят эти параметры и на какие другие параметры они влияют. Ниже представлена сводная таблица этих параметров и зависимостей (таблица 1)

Таблиц  
а 1

Параметры деталей из труб , влияющие на технологичность ее изготовления

параметр	зависит от:	влияет на:
<b>Радиус гiba</b> $R_{\text{min}} = f(d, S, Tв) = \frac{0,5Dн}{\delta}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> <li>• величину утонения</li> </ul>
<b>Утонение</b> $\delta = \frac{S_н - S_к}{S_к} \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> <li>• радиус гiba</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> </ul>
<b>Овальность</b> $k = \frac{D_1 - D_2}{D_с} \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> <li>• радиус гiba</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> </ul>
<b>Гофрообразо-вание</b> $k = D_2 - D_1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> <li>• рабочее давление в системе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> </ul>
<b>Наполнитель</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> <li>• наружный диаметр</li> </ul>
<b>Длина прямого участка между гibaми</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вид оборудования</li> <li>• выбор технологии гибки</li> </ul>
<b>Геометрия концов</b> - сферическая - коническая - цилиндрическая и т.д.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• наружный диаметр трубчатой заготовки</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кол-во оснастки</li> <li>• вид оборудования</li> </ul>
<b>Формообразование концов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• материал</li> <li>• тип соединения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технология формообразования</li> <li>• толщина стенки</li> <li>• вид оборудования</li> </ul>

Основываясь на этой таблице, были выбраны параметры конструкторско-технологического кода (КТК), позволяющие описать деталь максимально учитывая ее геометрические и технологические особенности (рис. 1) [1].

В комплексе требований, предъявляемых к технико-экономическим показателям промышленных изделий, важное место занимают вопросы технологичности конструкций.

Конструкторская часть кода						Технологическая часть кода								
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Длина трубы	Диаметр трубы	Толщина стенки	Радиусгиба	Количествогибов	Конструктивные особенности	Материал	Тип трубы	Формообразование концов	Прямые участки на концах	Расстояние между гибоми	Наполнитель	Окраска	Химическое покрытие	Контроль

Рис.1 Конструкторско-технологический код детали из труб

Для каждого параметра, описанного ранее КТК, были созданы оценочные таблицы. Такая таблица содержит в себе диапазоны значений параметра и присвоенную им оценку в соответствии с затратами на обеспечение заданного значения. В таблице 2 показан пример такой оценочной таблицы для параметра «длина заготовки». Чем выше оценка, тем более технологично производство детали с параметром, значение которого находится в выбранном диапазоне.

Таблица 2

Пример оценочной таблицы для параметра «длина заготовки»

	Оценка, численный параметр					Примечание
	5	4	3	2	1	
Длина заготовки, мм	300<L<1000	1000<L<2000	2000<L<4000	4000<L<6000	L>6000	Для диаметров до 40 мм
	800<L<1500	1500<L<2000	-	-	L>2000	Для диаметров более 40 мм

Так же каждому параметру необходимо присвоить «коэффициент весомости», определяемый технологами на конкретном предприятии. Этот коэффициент позволяет учитывать особенности определенного производства.

Проверяя каждое значение параметра по таким таблицам, система получает набор оценок, которые затем суммируются по формуле (1). Результат суммирования будет оценкой качественной технологичности.

$$Z = \sum_{i=1}^n z_i * k_i, \tag{1}$$

где  $z_i$  – оценка параметра КТК;  $k_i$  – коэффициент весомости параметра при определении технологичности;  $n$  – количество параметров в КТК.

Изменяя значения параметров, технолог может подобрать такие значения, которые будут соответствовать наивысшей оценке технологичности.

Данный метод оценки технологичности может быть использован уже на этапе конструкторской подготовки производства.

Конструкторско-технологический код также удобно использовать для решения и других технологических задач в условиях автоматизированного проектирования. А именно: поиска технологических процессов (ТП) аналогов и непосредственно для автоматизации проектирования самого технологического процесса.

В случае поиска ТП-аналога КТК используется в качестве идентификатора детали, а следовательно и технологического процесса ее изготовления. Удобство его использования заключается в том, что технолог выбирает те или иные параметры КТК, значения которых максимально отвечает требуемым для искомой детали. [2,3]

Как и в случае с оценкой технологичности, направляющим элементом в создании нового ТП должен служить КТК, а точнее, некоторые его параметры.

Были разработаны алгоритмы проектирования нового ТП для основных материалов, используемых на ХГАПП – Д16Т, АМг, нержавеющая сталь, титан, где параметры разработанного КТК служат условиями прохождения по алгоритму.

Проходя сверху вниз по алгоритму, в соответствии со значениями параметров кода, система как конструктор собирает формулировки операций, формируя тем самым «скелет» нового технологического процесса. Технологию остается только проверить ТП и в случае необходимости внести корректировки.

Таким образом, технологическая унификация, грамотное представление конструкторских и технологических данных – одно из основных направлений, позволяющих в значительной мере сократить длительность ТПП и выполнить ее на высоком организационно-техническом уровне при меньших затратах труда, времени материалов и денежных средств в условиях единого информационного пространства предприятия. Подобные принципы использования КТК детали можно применять и для других классов деталей авиационного заготовительно-штамповочного производства.

#### **Список литературы**

1. Мельников М.С. Оценка технологичности деталей в САПР ТП. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. Сб. научн. тр. 2007 (36) - X. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ"
2. Зайцев В.Е., Данченко В.Г., Мельников М.С. Автоматизация технологической подготовки производства в заготовительно-штамповочном производстве. // Авиационно-космическая техника и технология. 2006. №3 (29)
3. Мельников М.С. Автоматизация поиска технологического процесса с применением конструкторско-технологического кода детали. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. Сб. научн. тр. 2007 (32) - X. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ"
4. Ковалев А. T-FLEX Технология 10 — ваша профессиональная система проектирования технологических процессов. // САПР и графика 9'2006, <http://www.sapr.ru/>

**Рецензент:** д. т. н., проф. В. Е. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» г. Харьков,

Поступила в редакцию 11.12.13

## **Кодування авіаційних деталей з трубчастих заготовок та його застосування в системах автоматизованого проектування**

Розглянуто питання автоматизації технологічної підготовки виробництва на авіаційному підприємстві . Описано метод кодування геометричних і технологічних параметрів деталей, що дозволяє використовувати отриманий код для автоматизації прийняття раціональних технологічних рішень.

**Ключові слова:** технологічна підготовка виробництва, автоматизація, кодування, деталі авіаційних трубопроводів, технологічність, проектування технологічних процесів

## **Coding of. aircraft parts made of tubular spares and its relative application in automated computer designs**

The question of automation of technological production planning in the aviation industry has been discussed. A method for encoding geometric and technological parameters of parts has been described, allowing to use the resulting code to create automated logical decisions.

**Keywords:** technological production planning, automation, coding, aircraft parts pipelines, manufacturability, design technological processes.