

УДК 658.512.22:004.9

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2014 М.В. Гришин¹, С.Н. Ларин¹, А.В. Лебедев¹, П.Ю. Павлов², А.А. Федоров¹

¹ Ульяновский государственный технический университет

² ЗАО «Авиастар-СП», г. Ульяновск

Поступила в редакцию 02.11.2014

В статье говорится о необходимости разработки и применения классификатора технологической оснастки в качестве информационной основы для создания комплекса программ автоматизированного проектирования шаблонной и объемной технологической оснастки в авиационной промышленности.

Ключевые слова: классификатор, шаблонная оснастка, заготовительно-штамповочное производство

Плазово-шаблонный метод вот уже более 50 лет остается основным методом подготовки производства авиационной техники. Сложность формы конструктивных элементов планера самолета не позволяла задавать геометрические свойства сопрягаемых деталей и увязывать их (согласовывать форму и размеры) с помощью традиционных машиностроительных чертежей. Для этого использовались различные варианты плазово-шаблонного метода. Основными недостатками являются высокая трудоемкость и длительность цикла технологической подготовки производства, поскольку для запуска в производство самолета необходимо изготовить несколько сот плазов и десятки тысяч шаблонов [7].

Развитие вычислительной техники, математического и программного обеспечения, создание средств автоматизации ввода и вывода графической информации позволили, к сегодняшнему дню, полностью отказаться от конструктивных и технологических плазов, а также от шаблонов основной группы (шаблоны контрольно-контурные (ШКК) и отпечатки

контрольные (ОК)). Первоисточником для производства рабочих шаблонов теперь служит математическая модель детали, созданная в памяти компьютера. Изготовление шаблонов, технологической оснастки, эталонов поверхностей, а также деталей осуществляется на станках с ЧПУ, контроль шаблонов – по размерам снятым с ЭВМ, а контроль оснастки и, в случае сложных контуров, механообрабатываемых деталей – по шаблонам, например, формовочная оснастка контролируется по шаблонам КШКС (контрольный шаблон контура сечения).

Несмотря на отказ от изготовления нескольких видов шаблонов, значительную часть шаблонов все равно приходится делать (бесплазовое – не значит бесшаблонное), поскольку изготовление и контроль элементов конструкции осуществляется по большей части по традиционной технологии, т.к. она экономически более выгодна для производства. Отказ от шаблонов возможен только после переоснащения всех этапов производства (включая сборку) новым поколением программно-управляемого оборудования [7].

В контексте данной работы рассматриваемый объект (технологическая оснастка ЗШП) полностью моделируется в системе «Unigraphics» [1, 6]. Построение математической модели шаблонной оснастки (ШО) сводится в первую очередь к моделированию ее контура. Общая схема моделирования на примере шаблона обреза и кондуктора представлена на рис. 1 в виде блок-схемы. По представленной схеме моделируются все типы ШОК. Основным недостатком написания общего программного модуля автоматизации процесса проектирования ШОКа

Гришин Максим Вячеславович, старший преподаватель кафедры «Самолетостроение». E-mail: likani7@mail.ru

Ларин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Самолетостроение». E-mail: larinmars@rambler.ru

Лебедев Анатолий Валерьевич, доцент кафедры «Самолетостроение». E-mail: aw_lebedev@mail.ru

Павлов Павел Юрьевич, инженер по организации производства. E-mail: pavlovpavel1988@mail.ru

Федоров Александр Александрович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Самолетостроение». E-mail: aa.fedorov@ulstu.ru

является необходимость в учете всех конструктивных особенностей всех шаблонов данного типа и их множества вариаций. Как следствие, это порождает слишком большой код программы,

трудности при его отладке и дальнейшей поддержке, дополнительное время на обучение пользователей и сложности с написанием программного обеспечения (ПО) [6].

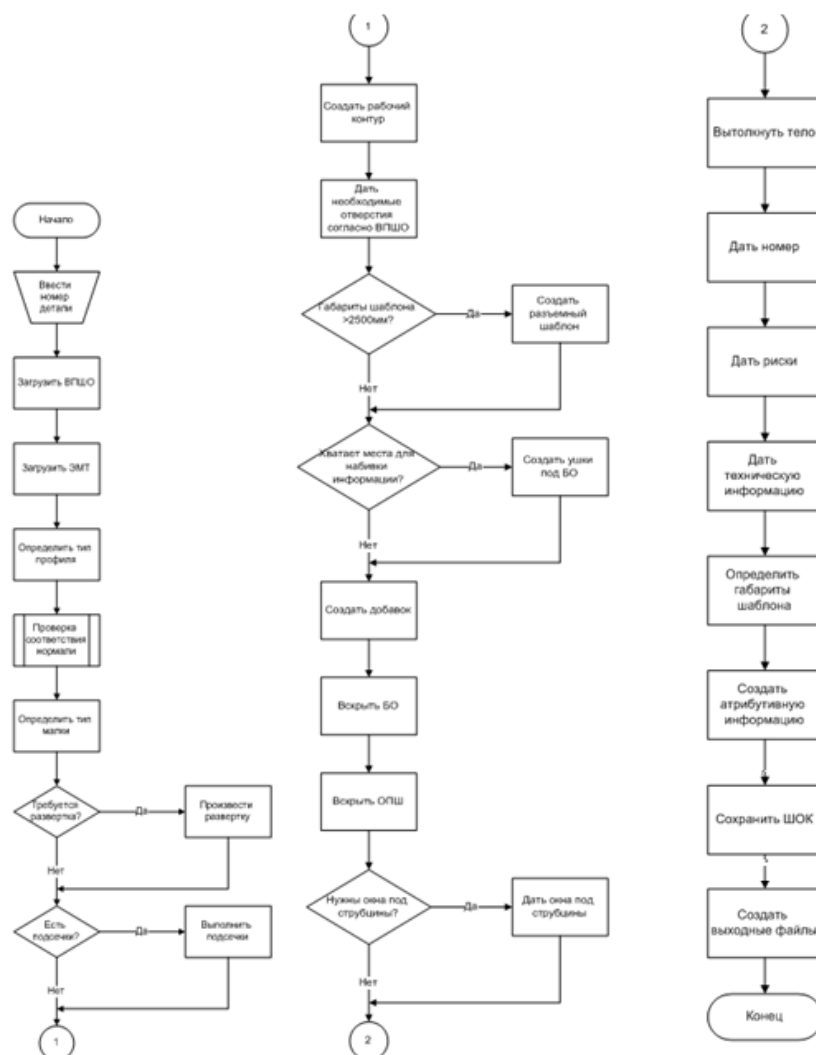


Рис. 1. Блок-схема процесса моделирования ШОК

Чтобы избежать подобных трудностей необходимо отказаться от общего и перейти к программному комплексу, основанному на блочно-модульной концепции, объектно-ориентированной на функциональную составляющую каждого типа шаблонов. Во-первых, это послужит сокращению сроков написания ПО, его отладки и внедрения. Во-вторых, повысит стандартизацию и унификацию процесса проектирования технологической оснастки на более глубоком уровне, что повысит качество проектирования в целом. Для сравнения на рис. 2 представлен процесс проектирования частного типа ШОК на деталь без подсечек с отв. согласно ВПШО не требующей развертки, по габаритам менее 2500 мм. Однако для облегчения процесса создания программного комплекса в первую очередь необходимо классифицировать и сгруппировать имеющиеся типы шаблонной и

объемной оснастки ЗШП. Поэтому сформулирована задача разработки классификатора технологической оснастки (КТО) ЗШП, удовлетворяющего требованиям ISO 9001 и ЕСТД, который должен облегчить процесс разработки ПО, нацеленного на автоматизацию проектных процедур.

Постановка проблематики исследования. На сегодняшний момент одним из узких мест проектирования и изготовления ШО является нормативно-техническая и организационная документация (НТОД): стандарты (государственные, отраслевые, предприятия), инструкции, положения, директивы и т.п., основными недостатками которой можно считать:

- моральное устаревание (большинство документов имеют редакцию времен СССР);
- отсутствие адаптации под современные средства информационных технологий;

- неоднозначность, порою противоречивость, процесса проектирования оснастки с точки зрения стандартов и технологических инструкций;
- отсутствие классификации шаблонов по подтипам. Имеется только общий, поверхностный классификатор видов шаблонов;
- отсутствие классификации элементов шаблонной оснастки.



Рис. 2. Процесс проектирования частного типа ШОК

По результатам анализа НТОД [2-5] ЗАО «Авиастар-СП» выявлены следующие элементы ШО, структурированные по принципу принадлежности:

1. Риска.

- 1.1. Установочная линия;
- 1.2. Риска рабочего контура;
- 1.3. Риска началагиба (концагиба);
- 1.4. Риска подсечек;
- 1.5. Риска границы отбортовки;
- 1.6. Риска обреза детали;
- 1.7. Риска контура ШК;
- 1.8. Риска малочных лучей;
- 1.9. Риска зоны фрезеровки;

- 1.10. Риска оси профиля;
- 1.11. Риска оси симметрии детали;
- 1.12. Риска контура травления.
2. Отверстия:
 - 2.1. Базовые (БО);
 - 2.2. Направляющие (НО);
 - 2.3. Сборочные (СО);
 - 2.4. Контрольно-фиксирующие (КФО);
 - 2.5. Технологические (ТО);
 - 2.6. Базовые отверстия травления (БОТ);
 - 2.7. Шпильчные отверстия (ШО);
 - 2.8. Инструментальные отверстия (ИО).
3. Рабочий контур (комплексный элемент):
 - 3.1. Рабочая зона (площадь);
 - 3.2. Пластины;
 - 3.3. Отверстия (по принадлежности к типу);
 - 3.4. Риски (по принадлежности к типу);
 - 3.5¹. Технологические ушки;
4. Добавок (комплексный элемент):
 - 4.1. Площадь для информации/усиления;
 - 4.2. Окна под трубины;
 - 4.3. Смотровые окна;
 - 4.4. Перемычки;
 - 4.5. Упоры;
 - 4.6. Отверстия (по принадлежности);
 - 4.7. Риски (по принадлежности);
 - 4.8.² Стыковочная пластина.

5. Технологическая информация:

- 5.1. Специальная (наносится только на рабочий контур).
- 5.2. Общая (наносится на добавок).

На рис. 3 представлен эскиз шаблона обреза и кондуктора (ШОК) [2], применяемый для изготовления профильных деталей и составляющий до 40% всей номенклатуры изготавливаемых шаблонов, на котором графически показаны составляющие его простые и комплексные элементы. Следует отметить, что приведенная выше структура является общей для всех видов шаблонов, однако не все описанные элементы могут входить в один шаблон.

На основании рассмотренных общих и частных алгоритмов проектирования (рис. 1, 2), а также выделенных и сгруппированных по принципу принадлежности элементов шаблонов, решается задача разработки КТО с целью повышения уровня автоматизации работ по проектированию технологической оснастки ЗПП.

¹ - если шаблон допускается изготавливать без добавка.

² - если длина шаблона превышает в длину $L=2500$ мм и он изготавливается из нескольких частей.

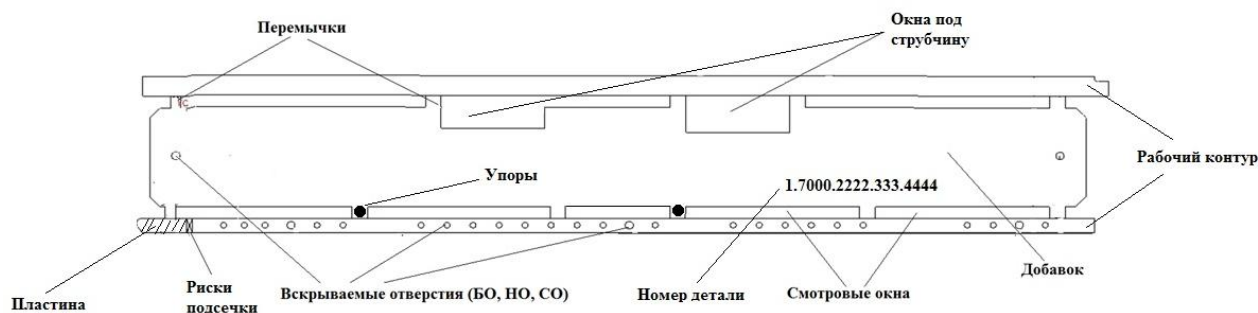


Рис. 3. Эскиз ШОК

Разработка и назначение КТО ЗПП.

1. Общая часть. КТО ЗПП для изготовления деталей планера представляет собой систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации – изделий плоской и объемной технологической оснастки. Под изделием понимается различного рода оснастка. В Классификатор включены классификационные характеристики изделий – плоской и объемной оснастки, комплектов технологической оснастки, групп-комплектов, на которые разработана и разрабатывается конструкторско-технологическая документация по ЕСТД, а также общетехнические документы (нормы, правила, требования, методы и т.д.) на оснастку, входящую в Классификатор.

Классификационная характеристика является неотъемлемой частью обозначения технологической оснастки и ее конструкторского документа. Код классификационной характеристики изделия присваивается по КТО ЗПП и представляет собой двенадцатизначное число, последовательно обозначающее класс, подкласс, группу, подгруппу, вид, подвид, тип (первый знак указывается "0" если номер типа оснастки принадлежит к первому десятку (см. рис 4.)), наличие дополнительного комплексного элемента. Первый знак комплексного элемента обозначает наличие добавка и относится только к шаблонной оснастке. Последующие три характеризуют наличие на объемной оснастке усиливающих элементов, таких как рифты, выштамповки и отбортовки соответственно. В случае отсутствия какого либо элемента в классифицируемой оснастке вместо его идентификационного номера проставляется "0". Также в случае отсутствия одной или нескольких ступеней классификации в классификационном номере проставляется "0". Структура обозначения кода классификационной характеристики имеет вид:

Основанием для разработки Классификатора явилось отсутствие в СТП 687.07.0873-2004, СТП 687.06.0802-79, СТП 687.07.03.04-07 и ОСТ 1.51451-73 более глубокой классификации шаблонов, наличие не используемой в

настоящее время номенклатуры типов ШО и отсутствие в последних требований к проектированию технологической оснастки согласно ISO 9001, облегчающих в дальнейшем автоматизацию проектно-конструкторских работ с использованием передовых информационных технологий.

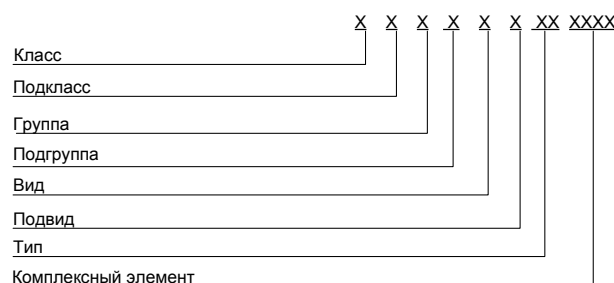


Рис. 4. Классификационная составляющая

2. Цели разработки классификатора и решение задач ТПП. Классификатор разработан в качестве информационной основы для разработки комплекса программ автоматизированного проектирования шаблонной и объемной технологической оснастки в авиационной промышленности. Его использование дает возможность:

- создания единого информационного языка для автоматизированных систем проектирования и тематического поиска изделий и конструкторско-технологических документов, предотвращая разработки аналогичных;
- определение объектов, процессов и направлений унификации и стандартизации;
- использования различными предприятиями и организациями электронной конструкторско-технологической документации, разработанной другими предприятиями, без ее переоформления при проектировании, производстве, эксплуатации и ремонте;
- применение кодов оснастки по КТО ЗПП как опережающей информации при решении задач технологической подготовки производства (ТПП);

Применение Классификатора в условиях ТПП создает предпосылки для решения следующих задач:

- анализ номенклатуры плоской шаблонной и объемной оснастки по их конструкторско-технологическим признакам;
- группирование оснастки по конструкторско-технологическому подобию для разработки прикладного ПО, нацеленного на автоматизацию проектных работ в части проектирования электронной документации на оснастку;

3. Основные положения классификации оснастки. Классификатор построен по смешанному методу, основанному на дедуктивном логическом делении классифицируемого множества. Этим методом достигается конкретизация признаков классификации оснастки на каждой последующей ступени классификации. Разработка Классификатора основана на следующих логических правилах:

- деление множества оснастки на классификационные группировки произведено на каждой ступени классификации по одному и тому же признаку или их сочетанием;
- на каждой ступени классификации исчерпывается объем делимого множества;
- деление множества произведено последовательно, однако имеются пропуски очередной (-ых) ступеней классификации в тех случаях, когда оснастка не имеет признака классификации удовлетворяющего данной ступени.

Для того, чтобы при классификации исчерпывался объем делимого множества, в классификаторе предусмотрена классификационная группировка под наименованием «Элементы». Эти группировки, как правило, использованы на последних стадиях классификации. К группировкам «Элементы» относятся составные, структурированные по конструкторско-технологическим признакам, элементы оснастки. В связи с тем, что их наличие или отсутствие обусловлено конкретным типом детали, открывать для них новые группировки признано нецелесообразным из-за возможного огромного количества вариаций.

Все множество оснастки разделено в Классификаторе на следующие группы классов: Рабочая и Контрольная. На первом уровне классификации при формировании классов «Рабочая оснастка» и «Контрольная оснастка» использован функциональный признак. Этот признак дает представление об оснастке и отличает ее от других изделий классов. Наименования, присвоенные классам по этому признаку, непосредственно отражают номенклатуру включенных в них типов оснастки. При классификации оснастки в Классификаторе (в классах, группах, подгруппах и т.д.) использованы в основном, следующие признаки:

- функциональный (основная эксплуатационная функция, выполняемая оснасткой);
- конструктивный (конструктивные особенности оснастки);
- параметрический (общие габариты);
- геометрическая форма (внешнее очертание, характер взаимного расположения поверхностей и контуров и др.);
- наименования оснастки.

Наиболее общие признаки, использованные на верхних уровнях классификации, конкретизируются на последующих уровнях. В первых двух классах «Рабочая оснастка» и «Контрольная оснастка» на первом уровне классификации применен признак «функциональный», который является наиболее объективным, стабильным, раскрывающим существенные характеристики детали независимо от ее геометрической формы и принадлежности к другим изделиям. Далее множество изделий классов по функциональному признаку подразделяется на подклассы классифицирующиеся по геометрической форме:

1. Рабочая оснастка:

1.1. Плоская.

1.2. Условно - плоская.

1.3. Объемная.

2. Контрольная оснастка:

2.1 Плоская.

2.2. Объемная

Признак «геометрическая форма» конкретизируется на последующих уровнях классификации по следующим признакам: параметрический, конструктивный и наименование оснастки. Каждый *подкласс* состоит из нескольких *групп*, каждая *группа* – из *подгрупп*, *подгруппа* включает себя несколько *видов*, *вид* – множество *подвидов*, *подвид* определен несколькими *типами*, каждый *тип* состоит из группы *комплексных элементов*.

4. Использование классификатора. Пользование классификатором состоит в отыскании в нем кодов классификационных характеристик оснастки. При классификации оснастки в основном используются функциональный и конструктивный признаки, признак «Наименование» и др. Определение кода классификационной характеристики оснастки производится путем сопоставления признаков, использованных при классификации, с электронной конструкторской документацией на оснастку.

Пример. Найти код классификационной характеристики шаблона обрезки и кондуктора на профиль Z-образного сечения длиной L= 350 мм, с тремя полками и наличия в нем направляющих отверстий, без добавочного материала.

ШОК являются рабочим шаблоном, поэтому его классификационная характеристика размещена в классе «Рабочая оснастка».
 Класс. 1.0.0.0.0.0.00.0000
 Подкласс 1.1.0.0.0.0.00.0000 «Плоская»
 Группа 1.1.1. 0.0.0.00.0000 «Шаблоны»
 Подгруппа 1.1.1.1.0.0.00.0000 «Цельный» (исходя из условия, что деталь < 2500 мм).
 Вид 1.1.1.1.1.0.00.0000 «ШОК»
 Подвид 1.1.1.1.1.4.00.0000 «Деталь из Z-образного профиля».

Тип 1.1.1.1.1.4.08.0000 «Тип Z с 3-мя полками с отв. НО»

Добавочный комплексный элемент отсутствует.

Следовательно, искомый код классификационной характеристики - 111114080000. На рис. 5 графически показано место искомого шаблона в КТО ЗШП. При классификации шаблонов определяющим является признак «функциональный», как наиболее стабильный и объективный при описании шаблонов.

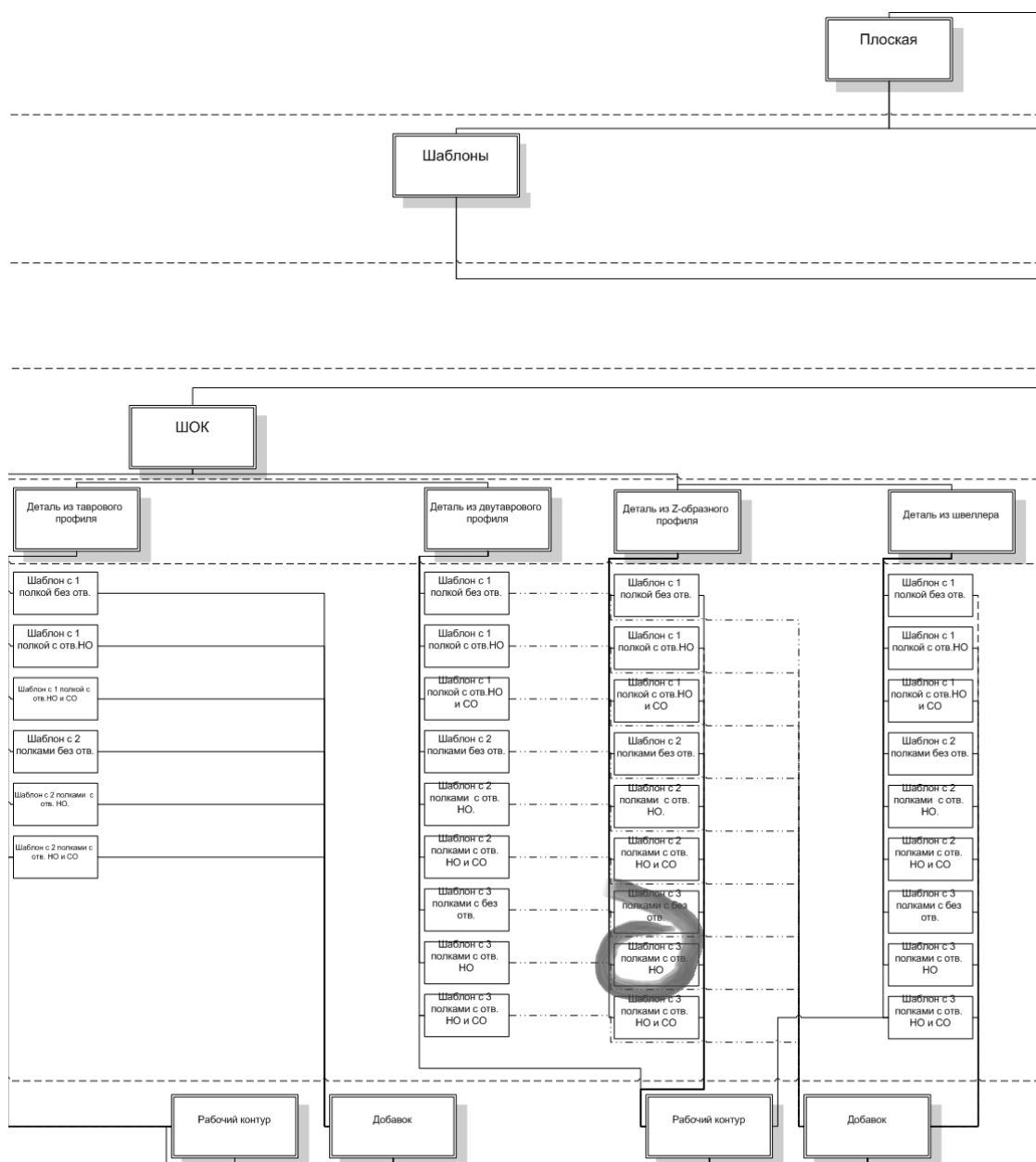


Рис. 5. Место шаблона ШОК на Z-ную деталь с отв. НО в Классификаторе

Выводы: сделано первое приближение в составлении конструкторско-технологического классификатора для применения в модульной САПР. Формат статьи не позволил полностью описать полученный классификатор и многие моменты просто не показаны. Авторы будут

рады получить комментарии и критические замечания по развитию конструкторско-технологического классификатора и готовы к сотрудничеству со всеми заинтересованными специалистами и организациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Краснов, М.* Unigraphics для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чигишев. – М.: Лори, 2004. 319 с.
2. СТП 687.07.0873-2004. Система качества. Технологическая подготовка производства. Изготовление и применение плазово-шаблонной оснастки. 168 с.
3. СТП 687.06.0302-79. Формблоки. Типовые конструкции и рекомендации по изготовлению. 52 с.
4. ОСТ 1.51451-73. Шаблоны плазовые. Номенклатура. 12 с.
5. ТИ 687.25303.00002 Изготовление плазовых шаблонов для универсального стенда групповой отработки и контроля. 40 с.
6. *Тихомиров, В.А.* Разработка приложений для Unigraphics на языке С. – Изд-во: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. 462 с.
7. *Самсонов, О.В.* Бесплазовое производство авиационной техники: проблемы и перспективы / О.В. Самсонов, Ю.Е. Тарасов // САПР и Графика. 2009. №9. С. 33-38.
8. *Ширякин, А.Ф.* Основы формирования многоуровневых классификаций естественного типа для создания эффективных производственных сред в машиностроении. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. 298 с.

DEVELOPMENT OF THE QUALIFIER OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AT PROCURING AND FORMING PRODUCTION

© 2014 M.V. Grishin¹, S.N. Larin¹, A.V. Lebedev¹, P.Yu. Pavlov², A.A. Fedorov¹

¹Ulyanovsk State Technical University

²JSC “Aviastar-SP”, Ulyanovsk

In article it is told about need of development and use the qualifier of technological equipment as information basis for creation a complex of programs of the automated design of templates and volume technological equipment in the aviation industry.

Key words: *qualifier, template equipment, procuring and forming production*

Maxim Grishin, Senior Teacher at the Aircraft Manufacturing Department. E-mail: likani7@mail.ru

Sergey Larin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Aircraft Manufacturing Department. E-mail: larinmars@rambler.ru

Anatoliy Lebedev, Associate Professor at the Aircraft Manufacturing Department. E-mail: aw_lebedev@mail.ru

Pavel Pavlov, Engineer on the Organization of Production. E-mail: pavlovpavel1988@mail.ru

Alexander Fedorov, Candidate of Technical Sciences, Head of the Aircraft Manufacturing Department. E-mail: aa.fedorov@ulstu.ru