

МАШИНОСТРОЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

УДК 658.512

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК
(Полоцкий государственный университет);
канд. техн. наук Н.В. БЕЛЯКОВ, канд. техн. наук, проф. В.И. ОЛЬШАНСКИЙ, Ю.Е. МАХАРИНСКИЙ
(Витебский государственный технологический университет);
М.М. ЖАДОВИЧ, Д.Б. ЕРМАШКЕВИЧ
(Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ, Минск);
А.В. БЕЛЕЦКИЙ
(ОАО «ВИСТАН», Витебск);
В.В. ВЕЛИЧКО
(ОАО «Станкозавод Красный Борец», Орша)

Приводятся основы создания и функционирования системы автоматизированного проектирования технологических процессов корпусных деталей. Система позволяет производить автоматизированное проектирование техпроцессов изготовления корпусных деталей средних габаритных размеров в автоматическом и диалоговом режимах или их сочетаниях; создавать и вести базы данных функциональных модулей, комплексных технологических процессов, нормативно-справочной информации базовых предприятий; формировать и корректировать управляющие программы для станков с ЧПУ, а также комплект стандартных технологических документов.

Введение. Корпусные детали состоят из разнообразных конструктивных элементов, различным образом сориентированных в пространстве и имеют высокие требования по точности их взаимного расположения (рис. 1). В практической работе в большинстве случаев для каждой новой корпусной детали разрабатываются индивидуальные технологические процессы. Принятие проектных технологических решений часто основывается на опыте и интуиции проектировщика. В общей номенклатуре деталей, применяемых в машиностроении, корпусные детали составляют 5...20 %. Причем порядка 60 % из них являются деталями средних габаритных размеров. Трудоемкость проектирования технологических процессов изготовления этих деталей в 5...10 раз выше трудоемкости проектирования технологий изготовления деталей других классов. Сократить трудоемкость проектирования в десятки раз и повысить качество проектных работ позволяет их автоматизация.

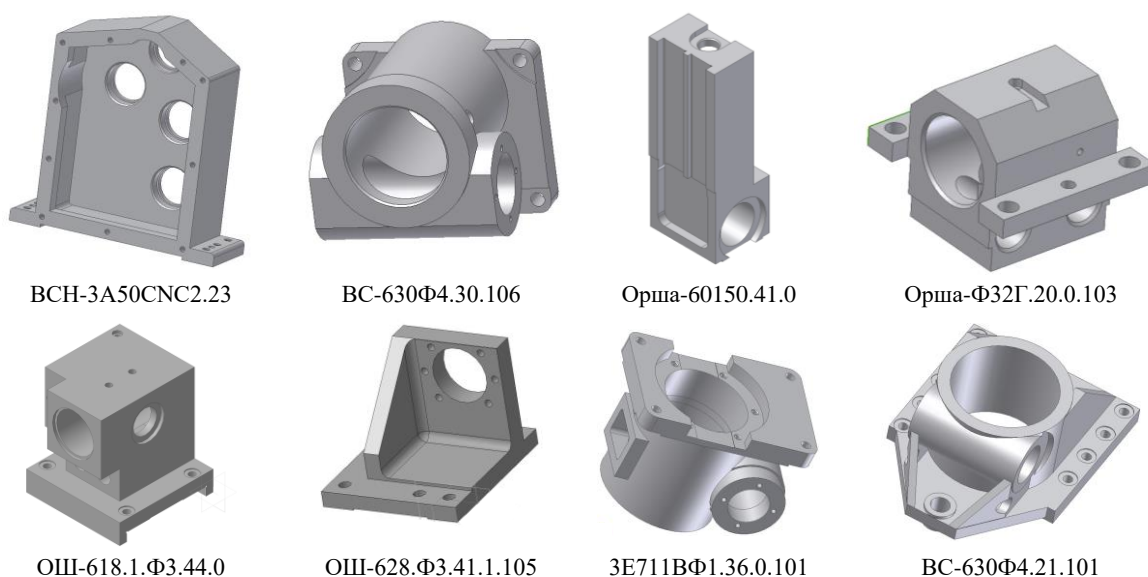


Рис. 1. Иллюстрации некоторых корпусных деталей заводов ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец»

В настоящее время системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) наиболее эффективно используются при разработке типовых и групповых технологических процессов изготовления деталей классов «тела вращения» и «планки». Автоматизация разработки технологических процессов изготовления корпусных деталей ограничивается недостаточными теоретическими и технологическими основами: по классификации конструктивных элементов; созданию конструкторско-технологической модели заготовки; использованию преимуществ гибких и модульных технологий в проектировании индивидуальных технологических процессов; алгоритмизации проектирования технологических процессов. В этой связи работа, направленная на создание САПР изготовления корпусных деталей, является актуальной.

Для автоматизации создания комплекта технологической документации на изготовление корпусных деталей на станкостроительных предприятиях Витебской области в рамках задания 01.26 Региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области» разработана САПР ТП корпусных деталей средних габаритных размеров. Задание выполнялось совместно с ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец» на базе САПР ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ» с использованием методик, моделей и алгоритмов, разрабатываемых в УО «ВГТУ» и УО «ПГУ».

Целью разработки явилась автоматизация создания комплекта технологической документации на изготовление корпусных деталей средних габаритных размеров на станкостроительных предприятиях ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец» на базе САПР ТП ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ» с использованием методик, моделей и алгоритмов УО «ВГТУ».

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи: проведен анализ существующих САПР ТП, разработан алгоритм функционирования и общая структура САПР-системы корпусных деталей на базовых предприятиях, разработана система классификации конструктивных элементов (функциональных модулей (ФМ)) базовых предприятий, структура входных и выходных данных и формат баз данных, иллюстрированные классификаторы корпусных деталей и комплексных ФМ, а также технологический регламент обработки ФМ на базовых предприятиях; разработан метод формирования и массив комплексных технологических процессов для корпусных деталей, методические рекомендации по базированию и базам для САПР корпусных деталей; определена конфигурация технических средств; разработан комплект подпрограмм конструктивно-технологической модели; проведен анализ технологических документов базовых предприятий; уточнена структура и формы представления выходных данных; разработаны базы данных по нормативно-справочной информации на базовых предприятиях; проведена интеграция подпрограмм конструктивно-технологической модели в программное обеспечение и его комплексная отладка, предварительные испытания; разработаны программные документы; проведена опытная эксплуатация системы, производственные приемочные испытания; созданы автоматизированные рабочие места на базовых предприятиях.

Объект разработки – машиностроительные изделия, в частности детали средних габаритных размеров класса «корпус», конструктивные элементы, технологические процессы изготовления деталей, а также системы автоматизированного проектирования технологических процессов, их функциональные возможности, инструментарий, теоретические основы функционирования.

Для исследования и решения поставленных в работе задач использовались *методы* теории автоматизации проектирования, теории базирования, системно-структурного анализа и моделирования, алгебры логики, теории множеств. Проводился анализ литературных источников, электронных изданий, опыта использования систем автоматизированного проектирования на предприятиях, а также анализ конструкторской и технологической документации в соответствующих бюро станкостроительных заводов.

В ходе проведения исследований было проанализировано 320 информационных источников. В результате исследований установлено, что теоретические основы САПР ТП в странах СНГ были заложены советскими учеными: А.П. Соколовским, С.П. Митрофановым (типовая и групповая технология); Г.К. Горанским (САПР ТП на основе таблиц кодировочных сведений); В.Д. Цветковым (многоуровневая итерационная система проектирования ТП тел вращения); А.Г. Раковичем (САПР приспособлений); В.Г. Старостиным и В.Е. Лелюхиным (синтез ТП на основе матричного представления детали); В.Х. Гольдфельдом и А.А. Саратовым (формализация выбора баз для тел вращения); Б.Е. Челищевым (анализ графовых структур для синтеза ТП); Б.С. Балакшиным (модульная технология) и другими.

Исследованиям проблемы формализации проектирования в Республике Беларусь посвящены работы: Г.М. Левина, Е.В. Владимирова, Л.Н. Ламбина, В.И. Махнача, С.В. Медведева и др. (САПР ТП деталей и компоновок агрегатных станков, САПР ТП обработки деталей класса «валы и втулки», САПР конструкций приспособлений) – ОИПИ НАНБ, г. Минск; М.М. Кане, А.И. Медведева, И.П. Филонова, Л.В. Курча и др. (Формализация и стандартизация проектирования процессов изготовления зубчатых колес; выбор и назначение баз при контроле деталей) – БНТУ, г. Минск; Н.Н. Попок, М.Л. Хейфеца, С.В. Кухты (Автоматизация проектирования технологических процессов многономенклатурного производства) – ПГУ, г. Новополоцк; М.Ф. Пашкевича (Теория базирования заготовок) – МГТУ, г. Могилев. В Российской Федерации тематика разрабатывается такими учеными, как И.П. Норенков, Ю.М. Соломенцев, Б.Н. Байор, В.Н. Емельянов, и другими.

Анализ источников дальнего зарубежья показывает, что развитие теоретических основ САПР ТП здесь основывается на развитии идей типовой и групповой технологии, а также разработке диалоговых систем проектирования. Однако основной особенностью построения систем является то, что эти системы развивались обособленно в пределах предприятий или корпораций. В большинстве случаев технология является «Ноу-хау» предприятия. Этим вызвано развитие универсальных экспертных систем на основе баз знаний, которые призваны осуществлять поддержку решения на различных предприятиях.

Традиции отечественных предприятий и предприятий дальнего зарубежья существенно разнятся.

В Советском Союзе и странах СЭВ основы технологии машиностроения популяризировались. Разрабатывались технологические регламенты обработки деталей. Было создано множество ГОСТов по проектированию технологических процессов, оформлению документации.

В странах дальнего зарубежья особое внимание уделяется разработке теоретических основ: построения графических редакторов; автоматизации проектирования ТП сборки; динамического анализа моделей; применения ЭВМ в радиоэлектронике, литейного производства и др. Для машиностроения получили развитие теоретические основы систем автоматизации разработки управляющих программ станков с ЧПУ, оснастки для них, а также системы диалога, анализа типового ТП и экспертные системы проектирования.

В результате анализа установлено, что методики и формальные процедуры проектирования технологических процессов изготовления корпусных деталей (включающие такие трудноформализуемые процедуры, как выбор маршрута и основных технологических операций, назначение схем базирования, выбор условий обеспечения заданной точности обработки и др.) разработаны не до конца. Принятие проектных решений часто основывается на опыте и интуиции проектировщика. Следствием этого является отсутствие работоспособных специализированных САПР ТП изготовления корпусных деталей.

На рынке САПР представлены системы США, Великобритании, Германии, Франции, Италии, Индии, Китая, России, Беларуси и др. Большую часть рынка занимают: CAD – Computer Aided Design (автоматизированное проектирование изделий); CAM – Computer Aided Manufacturing (автоматизированная технологическая подготовка производства); CAE – Computer Aided Engineering (автоматизированные расчеты и анализ); CAPP – Computer Aided Process Planning (автоматизированное проектирование технологических процессов); CAAP – Computer Aided Assembly Planning (автоматизированное проектирование процессов сборки); PDM – Product Data Management (управление проектными данными о продукте (изделии)); PLM – Product Life Cycle Management (управление жизненным циклом изделия); ERP – Enterprise Resource Planning (планирование и управление предприятием); MRP – Manufacturing (Material) Requirement Planning (планирование производства); CNC – Computer Numerical Control (компьютерное числовое управление) системы. Проектирование ТП изготовления деталей обеспечивают системы CAPP. Системы CAM, CAPP, CAAP относят к САПР ТП. Системы CAPP могут входить в интегрированные САПР, например, системы CAE/ CAD/ CAM/ CAPP.

Установлено, что наибольшее распространение в странах СНГ получило 25 различных CAAP-систем. Это такие системы, как: ADEM, NATTA, Pro/TechDoc, SprufTP, SWR-технология, TECHCARD, Technologi CS, Techwind, T-FLEX Технология, «Автомат», ВЕРТИКАЛЬ, Импульс, КАРУС, Темп, Технолог Гепард, Компас-Автопроект, ТехноПро. Однако ни одна из систем не позволяет в автоматизированном режиме формировать технологические процессы изготовления корпусных деталей. Проведенный обзор и анализ функциональных возможностей систем позволил сформировать сравнительную таблицу возможностей САПР (табл. 1).

В машиностроении при подготовке производства деталей машин традиционно используются следующие основные методы организации производства [1 – 3]:

- 1) метод, основанный на типизации технологических процессов;
- 2) метод групповой обработки деталей;
- 3) метод модульной технологии.

В настоящей работе для корпусных деталей предлагается использовать концепцию построения технологических процессов на основе всех трех перечисленных методов организации производства. Концептуально технологический процесс предлагается формировать на основе идей типовой и групповой технологии с дальнейшим использованием функциональных модулей и маршрутов их обработки в качестве дополнительных поверхностей.

Основой метода формирования комплексных технологических процессов является классификация и группирование деталей, видов работ и технологических процессов. При проектировании технологии по коду выбранной типовой детали необходимо сопоставить код комплексного технологического процесса ее изготовления. Создание комплексных деталей осуществлялась на основе классификации элементов конструкторских архивов ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец». При этом использовался эволюционный способ [4] формирования массивов комплексных деталей и технологических процессов. Для реализации способа множество деталей, изготавливаемых на предприятии, делилось на ряд

технологически подобных. В каждой группе выбиралась базовая (обычно наиболее сложная) деталь. Технологический процесс ее изготовления также можно считать базовым. Другие детали данной группы будут присоединяемыми. Сопоставляя технологические процессы изготовления базовой и присоединяемой деталей, формировался (если это возможно) обобщенный технологический процесс. Используя массив дополнительных поверхностей (функциональных модулей), можно получить в конце концов комплексную деталь и технологический процесс. Такой подход к формированию массивов комплексных деталей и технологических процессов делает их открытыми для развития и совершенствования.

Таблица 1

Фрагмент таблицы сравнительного анализа возможностей систем

Характеристика	ADEM	NATTA	Pro/TechDoc	SprutTP	SWR-технология	TECHCARD	Technologi CS	Techwind	T-FLEX-технология	«Автомат»	ВЕРТИКАЛЬ	Импульс	КАРУС	Темп	Технолог Гепард	Компас-Автопроект	ТехноПро
<i>Проектирование ТП</i>																	
диалоговое	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x
на базе типового ТП	x	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
модульный принцип	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Автоматический режим для деталей:</i>																	
тела вращения	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
призмы	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
корпусы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа непосредственно в бланке	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Передача данных из CAD	-	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-
Интеграция с САМ	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Интеграция с PDM	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	x	x
Дерево формирования ТП	x	x	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x
Редактор бланков	-	-	-	-	x	x	x	-	x	-	x	-	-	-	x	x	-
Построение операционных эскизов	x	-	-	x	-	x	x	-	x	-	x	-	-	x	-	x	x

В результате анализа чертежей корпусных деталей средних габаритных размеров ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец» выделен ряд классификационных признаков деталей, разработана структура классификации и классификаторы деталей [5] (рис. 2).

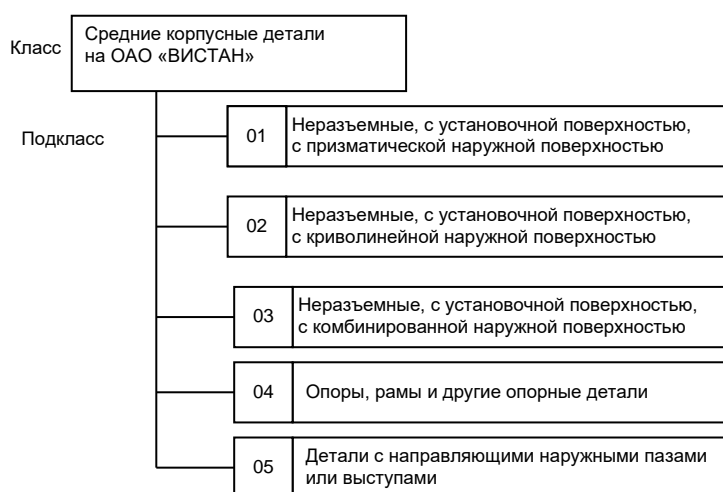


Рис. 2. Система классификации деталей на базовых предприятиях

Все классы предлагается делить на 5 и 6 подклассов. Внутри подклассов имеются группы, внутри групп – подгруппы, виды и другие иерархические подуровни. Признаки подуровней для различных классов различны. Классификатор представляет собой классификационную сетку с множеством уровней и под-

уровней, особыми признаками классификации на уровнях (рис. 3). Каждой классификационной группе присвоен цифровой код так, чтобы между классификационными группами и их кодами существовало однозначное соответствие.

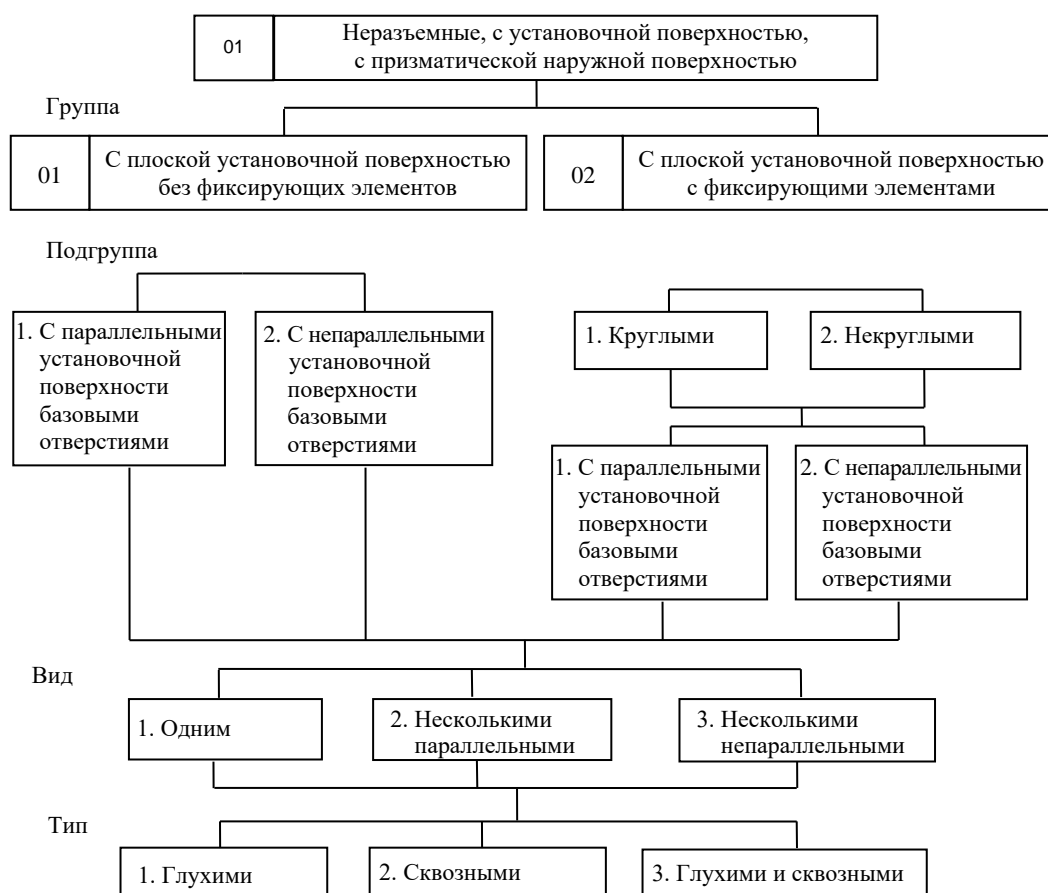


Рис. 3. Классификационные признаки деталей подкласса 01

Для создания метода формирования комплексных технологических процессов проведен анализ частных технологических процессов изготовления деталей в технологических бюро станкостроительных заводов ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец». В общей сложности было проанализировано 350 технологий изготовления деталей средних габаритных размеров. Для проведения исследований технологические процессы изначально распределялись по применяемости их в станках (табл. 2) и по служебному назначению (табл. 3). В строках таблиц 2 и 3 указаны обозначения технологических процессов на детали.

Таблица 2

Фрагмент классификатора технологических процессов изготовления корпусных деталей по применяемости в станках на ОАО «ВИСТАН»

Модель станка							
5Б352ПФ2	5Б30ПФ2	BC-122	BC-630Ф4	16BT20	BC-E028	ВШ-152УВ	...
11.103А	11.01/1	10.101	17.101	10А.101	20.107	11.101	
11.106	11.105	11.101А	20.101	11.102А	20.110	11.102	
17.101	11.107	11.108	20.102	11А.103	20.111	12.101	
21.101	11.108СБ	12.101А	21.101	12.101	24.101	15.101	
22.101	15.101	14А.101	30.102	21.101	34.101	21.102	
23.020СБ	16А.101	20.101Б	30.106	30.101А	34.101А	22.101	
24.101	21.101	20.102А	30.107	30.104	34.102	30.101	...
27.010	23.010СБ	23.102	30А.101	31.101	34.102А	30Э.101	
27.102	23.102А	30А.101	30А.103	42.013СБ	40.101	31.101А	
31.101	30.010	30А.207Б	30А.104	42.014СБ	40.102	...	
35.101	30.020/1	33.101А	33.101	44.103	82.101		
35.102	30.101	33.103Б	33А.101	44.104	...		
35.108	33.101	33.104Б	...	44А.104			

...
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Таблица 3

Фрагмент классификатора технологических процессов изготовления корпусных деталей по функциональному назначению на ОАО «Станкозавод Красный Борец»

Функциональное назначение				
головки шлифовальные	корпуса бабок	корпуса механизмов правки	суппорта	...
ОШ-636Ф3.30.0.101.0.00	ОШ-618.1.Ф3.44.0.010	ОШ-643Ф3.41.0.101	Орша-Ф32Г.20.0.101.0.00	...
3Д710АФ10.30.1.102.2.00	ОШ-618.1.Ф3.43.0.101.	ОШ-628.Ф3.41.1.103	ОШ-400Ф11.20.2.101.0.00	
ОШ-642.30.0.101.0.00	ОШ-650Ф3.42.0.010.0	ОШ-628.Ф3.41.1.101	3Д711АФ10-1.20.2.101.1	
Орша-60120.30.0.101.0.00	ОШ-636Ф3.40.0.101.0	ОШ-600Ф3.1.45.0.101	3Д711АФ10-1.20.2.101.0	
ОШ-220М.30.0.101.0.00	ОШ-620.6.Ф3.43.0.101.1	ОШ-220М.41.0.102	3Д721АФ11-1.20.0.101.1	
3Д711ВФ11.30.1.101.1.00	ОШ-620.3.Ф3.43.0.101.0.	ОШ-220М.41.0.101	ОШ-400Ф11.20.0.101.0.00	
Орша-60150.30.1.101.0.00	ОШ-618.2.Ф3.41.0.101.0.	Орша-60150.41.0.102	ОШ-400Ф11.20.1.101.0.00	
Орша-60150.30.0.101.0.00	ОШ-600Ф3.1.40.0.101.0.	Орша-60150.41.0.101	ОРША-4080.20.0.101	
ОШ-400Ф11.30.1.101.1.00	Орша-60150.43.0.101.0.0	Орша-60120.47.0.101	...	
ОШ-550.30.0.101.0.00	ОШ-642.30.0.010.0.02	Орша-60120.40.0.101		
...	...	3Д70.П43.00.0.101 ...		

Далее технологические процессы распределены по классификационным признакам деталей (табл. 4).

Таблица 4

Группирование технологических процессов ОАО «ВИСТАН» по кодировочным признакам

Код признаков	Технологический процесс изготовления деталей
Подкласс 01	
0101111	ВСН-3А50СNC2.11.102
0101112	ВС-80.31.101; ВСН-3А50СNC2.20А.102
0101122	ВСН-3А50СNC2.23.105; ВСН-3А50СNC2.17А.101;16.ВТ20.44.103
0101132	5Д312.22.101; ВС-630Ф4.17.101; ВС-630Ф4.21.101; ВШ-028.51.222; 5Б352ПФ2.21.101; 5Б352ПФ2.35.102
0101133	ВСН-3А50СNC2.17.101; ВШ-152УВ.30.101; ВШ-152УВ.30Э.101; 5Б352ПФ2.17.101
0101212	5Б352ПФ2.22.101; ВСН-620СNC.22.101
0101222	ВСН-122.11.108
01021133	ВС-Е028.20.107
01021233	53Б30ПФ4.33.101
Подкласс 02	
0201112	53Б30ПФ4.33.102; ВС-122.20.102А ВС-122.23.102; ВС-122.33.103Б; ВС-122.33.104Б; ВС-Е028.20.110; 5Б352ПФ2.66.103
...	...

Детали, отнесенные к одному типу, характеризуются общностью процессов обработки основных поверхностей. Комплексный процесс разрабатывается на комплексную деталь, обладающую наибольшим количеством характерных признаков, или на совокупность деталей одного класса и охватывает все операции данного типа, а не только операции обработки основных поверхностей.

Для исследования общности технологии и определения базовых поверхностей и порядка смены баз технологические процессы представлялись в виде сравнительного описания операций (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная таблица техпроцессов деталей (коды 0101111 0101112 0101122)

Опера-ция	Подкласс 01		
	0101111	0101112	0101122
	ВСН – 3А50СNC2.11.102	ВС-80.31.101	ВСН- 3А50СNC2.23.105
1	2	3	4
005	Перемещение Кран мостовой	Перемещение	Перемещение Кран мостовой

010	Дробеструйная	Разметка Разметочная плита. Красить места разметки меловым раствором Установить деталь на поверхность «Е» на разметочную плиту, выверить. Разметить ось «Ж». Линию разметки вынести по контуру...	Разметочная Проверить размеры отливки Проверить размеры отливки Нанести осевые линии Разметить деталь под обработку: нижнюю в размер 5 Плоскость разреза в размер 104 (А-А)
-----	---------------	--	---

Окончание таблицы 5

1	2	3	4
015	Разметочная Проверить размеры отливки Нанести осевые Разметить под мехобработку	Горизонтально-расточная 2А662Ф2-1 Установить деталь поверхностью «Е» на столе, выверить по разметке, закрепить. Фрезеровать поверхность размера 82 как чисто технологически для базы	Горизонтально-расточная Установить плоскостью разреза Е, выверить по линии разметки, крепить (на подкладках) С поворотом на 90° Фрезеровать: нижнюю плоскость, выдержать размер 5 до 8, боковую по размеру 330 до чистоты ...
...
030	Вибростарение	Контроль	Старение
...

В результате проведенных исследований установлено, что на уровне подгрупп детали обладают общностью технологии и на них становится возможным сформировать комплексный технологический процесс (КТП). Дальнейшее сопоставление технологических процессов на уровне групп также может позволить их объединить.

Для формирования образа комплексной детали присваиваются номера главным функциональным модулям, определяющим деталь на множестве признаков каждой детали подгруппы. В пределах каждой комплексной детали частные детали обладают общностью конструктивных признаков и отличаются между собой некоторыми размерами, не влияющими на технологию изготовления. Обработка деталей должна осуществляться по единому плану операций с одинаковым числом установок, на однородных станках и приспособлениях. Так, для деталей подгруппы 01011 ОАО «ВИСТАН» внешний вид комплексной детали можно представить в виде, представленном на рисунке 4.

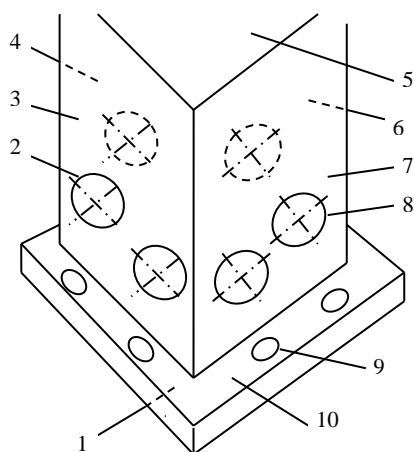


Рис. 4. Внешний вид абстрактной комплексной детали для группы 01011 ОАО «ВИСТАН»

После проведения анализа деталей группы по конструктивным и конструкторско-технологическим признакам выделяются общие главные поверхности для всех деталей группы. Результаты анализа оформлялись в виде массива, представленного в таблице 6. На основе анализа таблицы создается комплексная деталь, которая включает все общие функциональные модули.

Таблица 6

Формат массива представления состава конструктивных элементов деталей в группе

Номер характерной поверхности	Детали			
	КТП 01011	ВСН -3А50СNC2.23	5Б35ПФ2.17.1012	...
1	X	X	X	...
2	X		X (2 шт.)	...
3	X			...
4	X	X	X	...
5	X		X	...
6	X			...
7	X	X	X	...
8	X	X (4 шт.)	X (2 шт.)	...
9	X	X (6 шт.)	X (6 шт.)	...
10	X	X	X	...

Значок «X» обозначает, что деталь имеет главный определяющий признак функционального модуля.

При разработке комплексного технологического маршрута обработки на основе анализа таблиц сравнения ТП определялась последовательность технологических операций. Технологический маршрут обработки комплексной детали и частных случаев деталей представлялись в виде таблицы 7.

Унификация комплексов поверхностей позволяет организовать библиотеку составных частей деталей, из которых можно формировать основные формы детали при конструировании, и библиотеку комплексов *дополнительных поверхностей* (функциональных модулей) [6; 7], которые используют для обогащения основных форм. Унификация комплексов поверхностей создает основу для унификации операционных ТП, схем обработки комплекса поверхностей, фрагментов планов обработки, совмещений при обработке комплекса поверхностей, вспомогательного, режущего и мерительного инструментов. Во многих случаях одна из поверхностей функционального модуля выполняет его служебное назначение, а остальные обеспечивают это выполнение. Классификатор функциональных модулей деталей представляет собой систему, в которой модули размещены по определенным признакам и принципу, и предназначен для выполнения задачи создания конструкторско-технологической модели заготовки. На основе анализа чертежей и операционных эскизов корпусных деталей станкостроительных заводов ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный борец» уточнен классификатор форм комплексных ФМ по служебному назначению [6 – 7].

Таблица 7

Технологический комплексный маршрут и маршрут обработки частных деталей

Детали	Комплексные операции				
	разметочная	горизонтально-расточная (продольно-фрезерная)	горизонтально-расточная (продольно-фрезерная)	горизонтально-расточная	...
Комплексная деталь		1	4,7	8	...
ВСН -3А50СNC2.23.105	X	X	X	X	...
5Б35ПФ2.17.1012	X	(X)	(X)	X	...
...

Основными компонентами разработанной системы для корпусных деталей являются (рис. 5): программный комплекс для графического ввода геометрической информации, подготовки исходных данных для технологического проектирования и автоматизированного формирования операционных эскизов для заготовок корпусных деталей (ПК Техграф); программно-методический комплекс механической обработки корпусных деталей (ПМК Технология); программный комплекс генерации форм технологических и других документов (ПК Генератор); система формирования управляющих программ для станков с ЧПУ; единая база данных технологического назначения; программа обеспечивающая функционирование системы во всех режимах, включая автономное функционирование подсистем САПР ТП и контроль состояния этапов технологического проектирования (Диспетчер).

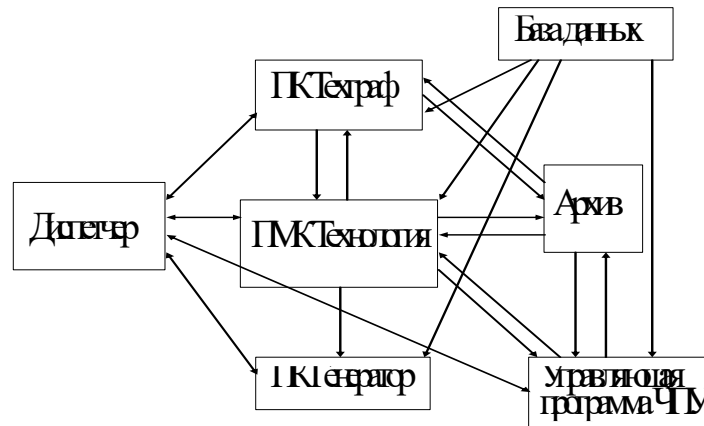
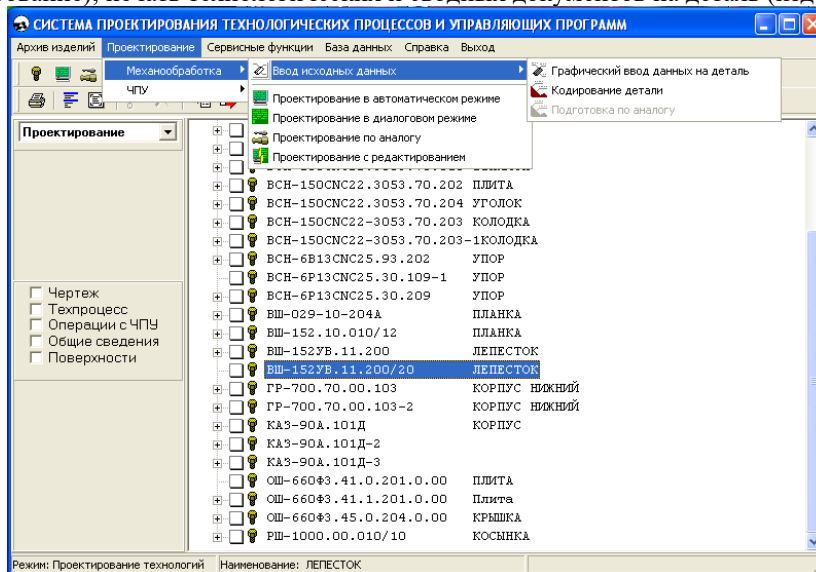


Рис. 5. Принципиальная структурная схема системы

Исходной информацией для САПР ТП механической обработки корпусных деталей являются: сведения о составе изделия, формируемые в диалоговом режиме на базе конструкторско-технологической спецификации и представляющие собой список обозначений изделий (узлов), сборочных единиц (подузлов), деталей; информация о детали и ее конструктивных элементах (функциональных модулях); общие сведения (наименование, обозначение, материал, масса и др.); геометрическая информация с электронного или выполненного на бумажных носителях.

Основными режимами работы системы являются: «Архив изделий» (рис. 6), «Ввод исходных данных», «Проектирование», «База данных». Работа в режиме «Архив изделий» предусматривает: ввод, корректировку, удаление изделия, сборочной единицы (узла), детали; ввод (удаление) детали в рабочий список (на проектирование); печать технологических и сводных документов на деталь (изделие).



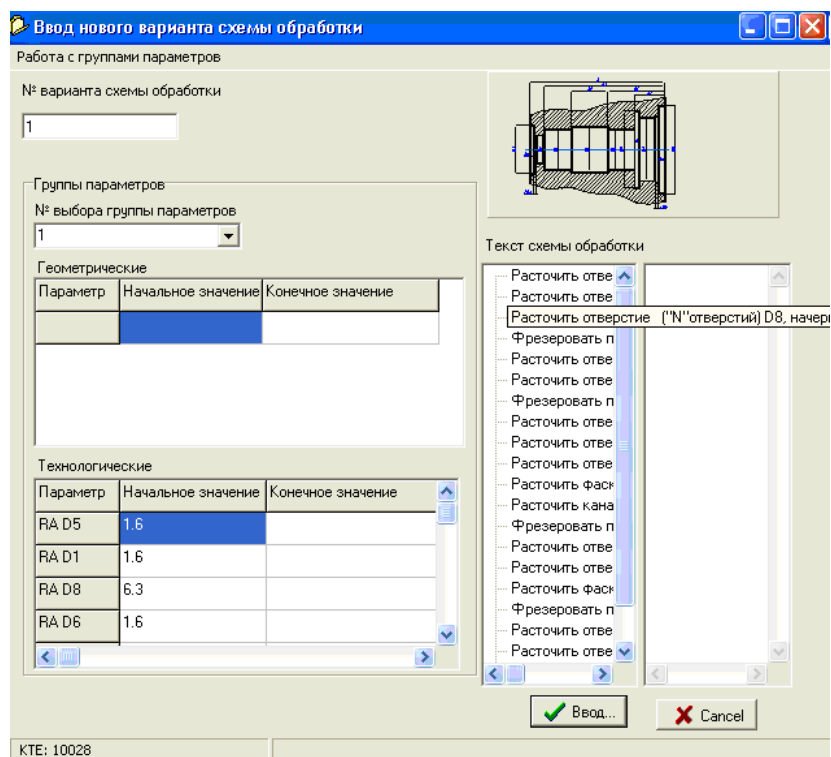


Рис. 6. Некоторые интерфейсы режимов архива изделия, проектирования и создания функциональных модулей

Работа в режиме «Ввод исходных данных» предусматривает режимы «Кодирование» при наличии бумажной формы чертежа и «Графический ввод» при наличии электронной формы чертежа. Работа в режиме «Проектирование» предусматривает: ввод исходных данных; проектирование в автоматическом режиме; проектирование в диалоговом режиме; проектирование с редактированием; запись в архив; формирование эскизов для механообработки. Работа в режиме «База данных» предусматривает работу по формированию и использованию баз данных: оборудования; оснастки; материалов; заготовок; операций; переходов; пользователей и предприятий; комплексных технологических процессов; конструктивно-технологических элементов (см. рис. 6), нормативов.

Заключение. Разработанная САПР технологических процессов механической обработки корпусных деталей предназначена для повышения уровня автоматизации технологической подготовки единичного, мелкосерийного и серийного механообрабатывающего производства. Система призвана обеспечить технико-экономический эффект за счет снижения трудоемкости, сокращения сроков технологического проектирования и повышения оперативности обеспечения производства необходимой документацией.

Система позволяет:

- производить автоматизированное проектирование техпроцессов изготовления корпусных деталей средних габаритных размеров (150...900 мм) с использованием исходной информации как с чертежами на бумажном носителе, так и с электронных чертежей деталей в автоматическом и диалоговом режимах или их сочетаниях;
- создавать, корректировать и вести базы данных функциональных модулей комплексных технологических процессов, нормативно-справочной информации (оборудование, оснастка и т.д.) базовых предприятий; вести архив графической и технологической информации;
- формировать управляющие программы для станков с числовым программным управлением, а также комплект стандартных технологических документов и их корректировать.

Проведена опытная эксплуатация и приемочные испытания САПР ТП корпусных деталей на ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец». Также результаты внедрены в учебный процесс.

Разработанная система будет использоваться на базовых предприятиях в соответствии с программой освоения для проектирования технологических процессов изготовления деталей для серийных и опытных образцов станков и для реализации (с последующей адаптацией специалистами ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ») прочим потребителям.

Система может использоваться в технологических службах станкостроительных предприятий, а также в соответствующих подразделениях научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических институтах. Использование системы в учебном процессе в высших и средних специальных учебных заведениях соответствующего профиля позволит повысить качество подготовки специалистов по технологии машиностроения и автоматизации проектирования технологии механической обработки деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколовский, А.П. Курс технологии машиностроения / А.П. Соколовский. – М.: Машгиз, 1947. – 343 с.
2. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 т. / С.П. Митрофанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – 2 т.
3. Базров, Б.М. Концепция модульного построения механосборочного производства / Б.М. Базров // СТИН. – 1989. – № 11. – С. 16 – 19.
4. Основы теории проектирования технических систем: учеб. пособие для студентов вузов / Е.И. Махаринский [и др.]. – Витебск: УО «ВГТУ», 2009. – 354 с.
5. Иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 228 с.
6. Попок, Н.Н. Методы и модели компьютерного проектирования технологических процессов изготовления корпусных деталей / Н.Н. Попок, Н.В. Беляков // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2010. – № 2. – С. 68 – 74.
7. Беляков, Н.В. Информационная модель объекта производства в задаче компьютерного проектирования технологических процессов изготовления нетипизированных деталей / Н.В. Беляков, Н.Н. Попок // Вестн. Витебск. гос. технолог. ун-та; гл. ред. В.С. Башметов. – Витебск: УО «ВГТУ», 2009. – Вып. 17. – С. 111 – 117.

Поступила 04.05.2011

SYSTEM OF THE AUTOMATED DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MANUFACTURING OF CASE DETAILS AT THE MACHINE-TOOL CONSTRUCTING ENTERPRISES OF VITEBSK AREA

***N. POPOK, N. BELIAKOV, V. OLSHANSKI, J. MAHARINSKI,
M. ZHADOVICH, D. YERMASHKEVICH, A. BELECKI, V. VELICHKO***

Bases of creation and functioning of system of the automated design of technological processes of case details are resulted. The developed system allows to make the automated design technological processes manufacturing of case details of average overall dimensions in automatic and dialogue modes or their combinations; to create and lead databases of functional modules, complex technological processes, the normative reference information of the base enterprises; to shape and correct operating programs for machine tools with computer numerical control (CNC), as well as the complete set of standard technological documents.