

**СЕКЦИЯ 3**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ**  
**И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**  
**РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**  
**СРЕДСТВАМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**А.А. Витковский; И.Р. Лукьянович, канд. техн. наук, доцент;**  
**В.С. Ивашко, д-р техн. наук, профессор**

*УО «БГАТУ»*  
(г. Минск, Республика Беларусь)

В процессе ремонта и восстановления деталей машин инженер-технолог выполняет как творческие, так и типовые, рутинные проектные операции и процедуры. Для повышения качества и сокращения сроков технологической подготовки производства, уменьшения трудоемкости и непроизводительных потерь рабочего времени эффективнее всего использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), адаптированные для решения определенных производственных задач. САПР ТП, кроме того, позволяют организовать машинный архив проектной документации и безбумажный документооборот в сети ЭВМ, осуществить интеграцию с системами конструкторской подготовки производства и управления предприятием, готовить любые формы проектных документов, работать с нормативно-справочной информацией, в полной мере заимствовать ранее принятые технологические решения.

Разработка программного обеспечения, позволяющего решать комплекс всех вышеперечисленных задач с учетом специфики ремонтного производства, не может быть реализована только силами инженера-механика. Привлечение специалистов для создания специализированных модулей и информационных ресурсов ведет к увеличению расходов и не избавляет технолога от детальной проработки и грамотной постановки задачи программисту-разработчику.

Рациональным решением такой проблемы, на наш взгляд, является использование САПР ТП, которая содержала бы подсистемы проектирования технологий механообработки, сборки, термообра-

ботки, штамповки и другие и инструменты CASE-технологии для развития и адаптации базовой системы

При создании САПР ТП ремонта и восстановления деталей машин в качестве базовой была использована промышленная система «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» компании АСКОН, используемая также в учебном процессе на факультете технического сервиса в АПК БГАТУ. Для проектирования базы данных использовалась методология IDEF1X и средства конструирования баз данных пакета Erwin.

### **Функции и структура системы «Ремонт»**

САПР ТП ремонта и восстановления деталей машин «Ремонт», функционирующая в системе «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ», преобразует конструктивное описание ремонтируемого изделия и сведений о его неисправностях в технологическую документацию на ремонт изделия.

В результате функционального моделирования определен следующий круг задач:

- создание баз данных и автоматизация работы с классификатором дефектов деталей и поверхностей по геометрической форме, условиям работы и изнашивания в соединении, со справочником средств дефектации деталей, справочником материалов, применяемых в ремонтном производстве;

- разработка справочной системы способов восстановления с их характеристиками и средств технологического оснащения ремонтного производства.

Структура спроектированной системы имеет четыре основных иерархических уровня: **деталь – дефект – операция – переход** – и четыре уровня, используемых для предоставления дополнительных возможностей при формировании технологической документации.

На уровне **Деталь** содержится информация о восстанавливаемой детали в целом (наименование, разработчик технологии, дата, материал, код дефектов детали и т.д.).

Уровень **Дефект** содержит перечень возможных дефектов детали и способов дефектации и восстановления каждого.

Уровень **Операции** включает перечень восстановительных операций с указанием оборудования, норм времени, разряда работы и др.

Уровень **Переходы** содержит перечисление текстов переходов, режущих инструментов, приспособлений, режимов резания, принадлежащих одной операции.

Перечень файлов системы «КОМПАС-график», которые вставляются посредством механизма OLE Automation в карты эскизов, принадлежит уровню **Эскизы**.

На уровне **Контроль** содержатся данные для формирования карты контроля.

Уровень **Карты** содержит информацию о применимости операции в различных типах технологических карт.

На уровне **Комментарий** содержится текст, который используется при формировании карт с комментариями (МОК, МОКК).

### **Классификатор дефектов деталей и поверхностей и справочник средств дефектации**

Отраслевой классификатор дефектов деталей и поверхностей по геометрической форме, условиям работы и изнашивания в соединении, связывающий геометрию детали, возможные дефекты и технологию ее восстановления [1, 2] позволяет сформировать алгоритм кодирования и является базой разработанной системы интерактивного кодирования дефектов, присущих детали в целом и ее отдельным поверхностям.

На основании кода дефектов и информации о методах и средствах контроля можно в автоматическом режиме получить технологический процесс дефектации за исключением эскизов.

Полученный код используется также при поиске ТП-аналога, выборе способов восстановления и библиотечных операций.

Справочник средств дефектации (СД) деталей состоит из шести разделов: средства измерения размеров деталей, средства контроля отклонения формы, средства контроля отклонения расположения поверхностей, средства контроля параметров шероховатости, средства контроля твердости поверхностей, средства контроля целостности деталей.

Он содержит следующие иерархические уровни: **назначение СД, группа СД, имя СД, типоразмер**.

### **Структура справочной системы способов восстановления**

Справочная система способов восстановления включает разделы: сварка, наплавка, нанесение газотермических покрытий, холодное пластическое деформирование, горячее пластическое деформи-

рование, гальванические процессы, нанесение полимерных материалов, применение ремонтных размеров, применение дополнительных деталей, проведение химико-термических процессов, электрохимическая обработка, электрофизическая обработка, электрохимическая обработка, пайка, термическая обработка [3, 4]. Иерархические уровни справочника способов восстановления – **группа, способ, тип характеристики, характеристика**.

Выбор способа восстановления осуществляется по технологическим (величина и характер износа материала детали и ее конструктивные особенности), техническим (сцепляемость, износостойкость, усталостная прочность, микротвердость) или экономическим (удельная трудоемкость, удельная себестоимость, удельный расход материала и удельная энергоемкость) показателям.

Система может производить выборку способов по технологическому критерию на основании кода дефекта поверхности.

### Справочная система средств технологического оснащения

Справочная система средств технологического оснащения (СТО) состоит из пяти разделов: подготовка деталей к восстановлению, нанесение покрытий, формоизменение, механическая и упрочняющая обработка, контроль качества, консервация, упаковка, транспортирование и складирование.

Структура справочной системы СТО представлена в виде графа (рис. 1), упорядочивающего оборудование по технологическому назначению и связывающего их с операциями и переходами.

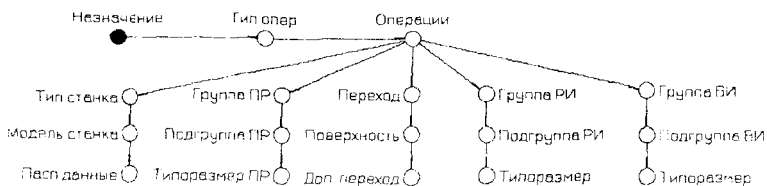


Рис 1. Структура справочной системы СТО

Классификация СТО по технологическому назначению представлена на рисунке 2.

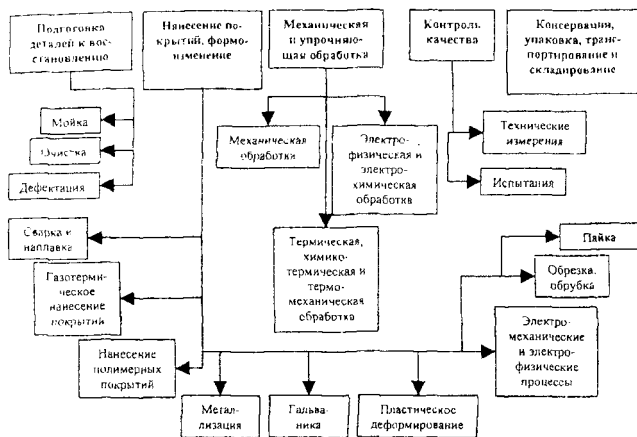


Рис. 2. Классификация СТО по технологическому назначению  
**Справочник материалов**

Для создания справочника материалов база данных автопроекта была наполнена сведениями о материалах, применяемых при ремонте и восстановлении деталей машин: полимерах, электродах, флюсах, сварочной и наплавочной проволоке, порошковой проволоке и лентах, порошках, защитных газах, растворах, эластомерах и клеевых составах, припоях, сплавах.

### **Реализация алгоритма разработки ТП восстановления**

Разработка ТП восстановления производится по следующему алгоритму: анализ исходных данных, кодирование детали, поиск техпроцесса-аналога, составление маршрута, разработка операций, нормирование операций, расчет экономической эффективности, оформление рабочей документации.

Первый этап -- описание восстанавливаемой детали и кодирование дефектов ее поверхностей с использованием средств организации интерактивного взаимодействия «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» (рис. 3).

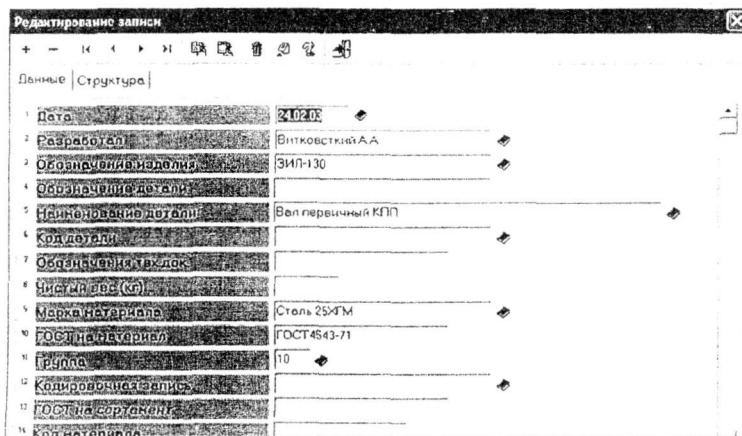


Рис. 3. Окно ввода информации о детали в системе «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ»

На основании кода дефектов и информации о методах и средствах контроля система «Ремонт» в оболочке «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» позволяет в автоматическом режиме получить технологический процесс дефектации, за исключением эскизов.

По коду дефекта поверхности выбираются доступные способы устранения дефектов (по технологическому критерию), на основании информации о характеристиках способов пользователь в интерактивном режиме подбирает рациональный способ для каждого дефекта.

Далее формируются технологические операции восстановления по признаку принадлежности операции к способу устранения дефекта и устанавливается их последовательность. Окно ввода информации об операции показано на рисунке 4.

Следующим этапом является формирование переходов, где пользователь указывает тексты переходов, применяемые при выполнении операции, материалы, приспособления, а также режимы обработки.

При необходимости к операции подключаются эскизы (указывается расположение файлов), данные, на основании которых формируется карта технологического контроля, создаются комментарии в виде произвольного текста, на основании которого может быть сформирована маршрутная и маршрутно-операционная карты с комментариями и сведения о применимости каждой операции в различных типах технологических карт.

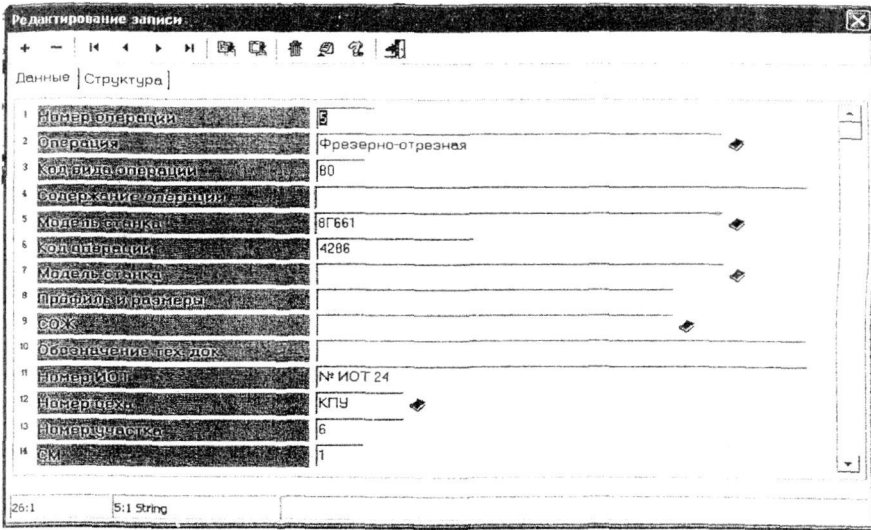


Рис.4. Окно ввода информации об операции

На заключительном этапе проектирования запускается процедура автоматического формирования комплекта технологической документации в формате MS EXCEL (рис. 5.).

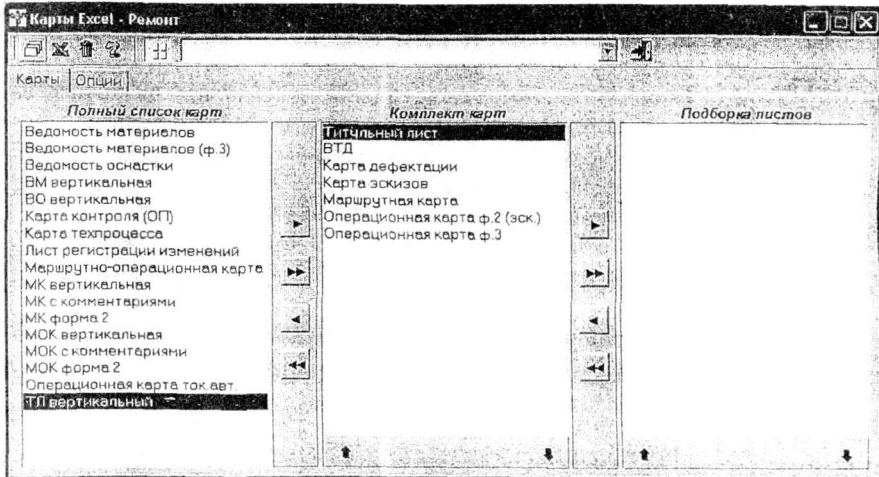


Рис. 5. Окно программы формирования технологической документации

## Интеграция базы данных в систему «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ»

На основании требований нормативной и технической документации были определены функции системы, выявлены сущности и установлены связи между ними [5, 6]. Затем в среде Erwin была создана функциональная диаграмма «сущность-связь» [7].

На рисунке 6 представлен перечень систем САПР «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» с интегрированной системой «Ремонт».

Для интеграции базы данных системы «Ремонт» в «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» был сформирован список файлов, которые требуется изменить и добавить. На основании диаграммы «сущность – связь» средствами пакета Erwin были сгенерированы таблицы формата dbf, подключаемые к системе «Ремонт» [7]. Затем средствами «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» производилась настройка интерфейса системы. Последней стадией интеграции являлось написание и отладка программы на языке SQL, производящая интеграцию системы «Ремонт» в «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ». База данных системы «Ремонт» нормализована до третьей нормальной формы, что предотвращает появление аномалий при обработке данных, повышает производительность и устраняет избыточность информации.

Системы

1. Механообработка
2. Штамповка
3. Сборка
4. Термообработка
5. Сварка
6. Покрытие
7. Гальваника
8. Сквозной ТП
9. Литье
10. Ремонт

Рис. 6. Перечень систем САПР «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ»

Система «Ремонт» позволяет комплексно решить задачу формирования ТП ремонта и восстановления деталей машин, повысить качество



проектов, наилучшим образом использовать накопленный производственный опыт, сократить трудоемкость и освободить инженера-технолога от рутинных операций для решения творческих задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и ремонт машин / Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 775 с.
2. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информагротех, 1995.
3. Общетехнический справочник / Под общ. ред. Е.А. Скороходова. – 4-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1990.
4. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: Агропромиздат, 1989.
5. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М.: Лори, 1996.
6. Марка Д.А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: МетаТехнология, 1993.
7. Горин С.В., Тандоев А.Ю. Применение CASE-средства Erwin 2.0 для информационного моделирования в системах обработки данных // СУБД. – 1995. – № 3.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОЙ СВАРКИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

**А.И. Сидашенко, канд. техн. наук, профессор; Т.С. Скоблю, д-р техн. наук, профессор; А.А. Науменко, ассистент**

*ХГТУСХ*

(г. Харьков, Украина)

### **Modernization of the equipments of oxy-hydrogen welding for parts restoration**

In this article there is some information about equipments for oxy-hydrogen welding and explained its modernization for parts restoration.

При техническом обслуживании техники, оперативном восстановлении деталей важно иметь надежное и эффективное оборудование.