

УДК 004.9; 621.9

Акулович Л.М., д.т.н., профессор

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ермашкевич Д.Б., заместитель директора

НПООО «ЛАКШМИ», г. Минск, Республика Беларусь

АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ИЗ МЕТАЛЛОПРОКАТА

Аннотация. В статье рассматривается методика принятия технологических решений при сквозном компьютерном проектировании процессов изготовления деталей сельскохозяйственной техники с использованием автоматизированной системы.

Ключевые слова: технологический процесс, САПР ТП, структурный синтез техпроцессов, механическая обработка, раскрой металлопроката, термическая и лазерная резка, раскладка, КТЭ, функциональные модули.

Annotation. In the article the technique of adoption of technological solutions with through computer design of manufacturing processes of agricultural machinery components using an automated system.

Keywords: technological process, CAPP system, structural synthesis of technological processes, machining, metal nesting, thermal and laser cutting, layout, CTE, functional modules

Введение

Многие из быстроизнашиваемых деталей сельскохозяйственной техники (ножи, диски, лемехи, зубья и т.п.) в технологическом плане являются более сложными, чем в конструктивном [1], что приводит к увеличению работ, связанных с технологической подготовкой его производства, объем которой составляет около 50% от всего объема работ по технической подготовке производства.

Качество технологических процессов напрямую зависит от уровня технологической подготовки производства, в которой специалист-технолог продолжает играть главную роль, несмотря на всё более широкое использование компьютеризированных систем проектирования. Это обусловлено тем, что разработка технологии

изготовления является процессом многовариантным, трудно формализуемым, часто скорее творческим, чем алгоритмизируемым. Освобождение технолога от рутинных работ, которые можно формализовать, на стадии проектирования техпроцесса – важнейшая задача, которую призваны решать современные системы автоматизированного проектирования (САПР).

Структура производства машиностроительных и ремонтных предприятий сельскохозяйственной техники различается по составу имеющихся технологических переделов, однако типичным для всех предприятий является: раскрой листового проката на гильотинных ножницах или на машинах термической резки (МТР), лазерных установках, раскрой круглого и профильного металлопроката на разрезных станках (ленточно-отрезных, абразивно-отрезных, фрезерно-отрезных станках), холодная штамповка, термическая обработка, механическая обработка, лакокрасочные и гальванические покрытия [2]. Отсюда следует, что автоматизация технологического подготовки по этим переделам и позволит максимально снизить трудоемкость технологического проектирования.

Автоматизация проектирования технологических процессов реализована в системах автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). В настоящее время на рынке предлагается большое количество САПР ТП с различными функциональными возможностями и уровнем автоматизации проектных процедур. Существующие САПР ТП как отечественные (Pramen, TechCARD), так и зарубежные (T-Flex Технология, Компас Автопроект и Вертикаль) достаточно эффективно решают задачи автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей машин по различным технологическим переделам (механическая обработка, холодная штамповка и др.), различаются предметной ориентацией и уровнем автоматизации.

В существующих САПР ТП реализованы следующие методы проектирования: автоматический, полуавтоматический, «по-аналогу» и интерактивный (диалоговый), разновидностью которого является проектирование методом структурного синтеза с использованием конструктивно-технологических элементов (КТЭ).

Для деталей, поддающихся группированию в технологические группы, используют автоматический метод проектирования, а для

деталей сложной конфигурации, не поддающихся группированию в технологические группы, – диалоговый метод, в том числе метод структурного синтеза.

Общим недостатком САПР ТП является невозможность комплексного использования одновременно нескольких методов проектирования. Решить эту проблему возможно, используя сразу несколько САПР ТП под соответствующие виды деталей. Но такой подход является нецелесообразным по следующим причинам:

- пользователю системы потребуется приобретать несколько различных систем, что усложняет и удорожает проектирование;
- необходимо создание нескольких баз данных и архивов спроектированных техпроцессов;
- у пользователя могут появиться проблемы интеграции систем и вытекающие отсюда организационные сложности.

Другой путь решения проблемы – совершенствование методов проектирования и представления технологической информации, которые составляют базовую основу режимов проектирования в САПР ТП. А также разработка и реализация комбинированного метода проектирования, совмещающего в себе все известные методы.

По трудовым затратам при технологическом проектировании превалирует трудоемкость разработки технологических процессов механической обработки и фигурного раскроя листового металлопроката на машинах термической резки.

Поэтому, возникает необходимость в разработке инструментов принятия технологических решений при автоматизированном проектировании технологии фигурного раскроя профильного металлопроката и последующей механической обработки. Сложность заключается в том, что ни одна из известных САПР не осуществляет сквозное проектирование технологических процессов, включая раскрой металлопроката, механическую обработку и другие переделы. САПР раскроя обособлены, часто поставляются в комплекте с технологическим оборудованием или входят в состав графических пакетов. Это в свою очередь накладывает ограничения на использование этих систем в сквозном цикле проектирования с другими переделами (в частности, механической обработкой). Решение данной проблемы кроется в разработке метода структурного синтеза операций термической резки и последующей механической обработки. Поэтому возникает потребность в разработке интегрированной системы для сквозного проектирования, что позволит

избежать основного недостатка использования автономных модулей, а именно, исключить многократный «ручной» ввод одинаковых исходных данных и минимизировать возможные при этом ошибки, сократить время на проектирование.

Основная часть

В рамках задания ГНТП «Информационные технологии» была создана и внедрена на базовом предприятии ОАО «Минский Агросервис» автоматизированная система подготовки производства предприятия по выпуску оборудования для механизации сельскохозяйственных работ. В состав автоматизированной системы вошли единая база данных технологического назначения, программные модули для управления составом изделия, сквозного проектирования технологии фигурного, прямоугольного и линейного раскроя профильного металлопроката, механической обработки, холодной штамповки, сварки, нанесения гальванических и лакокрасочных покрытий, управления спроектированной технологической документацией.

Программные модули по запросу выбирают состав изделия, характеристики узлов и деталей из архива изделий автоматизированной системы. Далее для разработки документации по технологическим переделам используются условно-постоянные параметры единой базы данных технологического назначения, с возможностью их дополнения и (или) редактирования. Результаты работы модулей передаются в архив технологических процессов интегрированной системы.

Фрагмент структурной схемы автоматизированной системы приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фрагмент структурной схемы автоматизированной системы

Принятие технологических решений по проектированию сквозных технологических процессов было направлено на реализацию следующих задач автоматизации:

- для деталей, поддающихся группированию по конструкторско-технологическим признакам, – проектирование в автоматическом методом на базе комплексных технологических процессов с доработкой (при необходимости) диалоговым методом с использованием (или без использования) метода структурного синтеза;

- для деталей, не поддающихся группированию по конструкторско-технологическим признакам или не обеспеченных КТП по тем или иным причинам, – проектирование диалоговым методом, в том числе методом структурного синтеза с использованием КТЭ;

- для деталей, у которых одна часть конструкторско-технологических элементов поддается группированию, а другая – не поддается, – проектирование комбинированным методом, при котором первая часть технологического процесса формируется автоматическим методом, другая часть – диалоговым методом, в том числе методом структурного синтеза с использованием конструкторско-технологических элементов, обработка которых не предусмотрена в КТП;

- для деталей, входящих в технологическую группу, – проектирование методом «по аналогу», при условии наличия в САПР ТП спроектированного ранее технологического процесса на деталь-аналог.

Принятие технологических решений по совмещению фигурного раскроя листового металлопроката на машинах термической резки и последующей механической обработки реализовано методом структурного синтеза с использованием базы данных КТЭ, которая была разработана на основании библиотеки КТЭ. В библиотеку КТЭ вошли 46 видов различных поверхностей (плоские, отверстия, пазы, канавки и т.д.) со схемами их обработки с учетом операций лазерной и плазменной резки, а также граничными условиями выбора оптимальных схем обработки в зависимости от требуемой точности. При формировании библиотеки КТЭ заимствованы также лучшие технологические решения из САПР «PRAMEN».

Граничные условия выбора операций плазменной и лазерной резки в технологический процесс, которые были определены экспериментальным путем, приведены в таблице.

Таблица – Граничные условия выбора операций плазменной и лазерной резки

Вид поверхностей	Плазменная резка	Лазерная резка
Плоские поверхности	$16 \text{ мм} < S \leq 60 \text{ мм}$; квалитет не точнее IT13; шероховатость до Ra12.5;	$S \leq 40 \text{ мм}$; квалитет не точнее IT12; шероховатость до Ra2.5;
Сквозные цилиндрические отверстия	$16 \text{ мм} < S \leq 60 \text{ мм}$; $D1 \geq (0.9..1.4)S$; квалитет не точнее H14; шероховатость до Ra12.5	$S \leq 40 \text{ мм}$; $D1 \geq (0.3..0.4)S$; квалитет не точнее H12; шероховатость до Ra2.5

Результаты исследования показывают, что для обработки неточных отверстий диаметром от 16 мм до 40 мм допускается применение плазменной резки вместо лазерной.

Фрагмент библиотеки КТЭ приведен на рисунке 2.

КТЭ – отверстие цилиндрическое в сплошном материале на плоской поверхности 	$D1 \leq \Phi 30$ квалитет H12 и ниже $D1 \geq (0.3..0.4)S$ $S \leq 40 \text{ мм}$ $Ra \geq 2.5$	– Сверление – зенкование фаски Ф1 – зенкование фаски Ф2 – лазерная резка
	$\Phi 3 \leq D1 \leq \Phi 30$ квалитет H14 и ниже $D1 \geq (0.9..1.4)S$ $16 \text{ мм} < S \leq 60 \text{ мм}$ $Ra \geq 12.5$	– Сверление – зенкование фаски Ф1 – зенкование фаски Ф2 – плазменная резка
	$D1 = \Phi 30.. \Phi 50$ квалитет H12 и ниже $D1 \geq (0.3..0.4)S$ $S \leq 40 \text{ мм}$ квалитет H12 $Ra \geq 2.5$	– сверление под рассверливание – рассверливание окончательное – зенкование фаски Ф1 – зенкование фаски Ф2 – лазерная резка

Рисунок 2 – Фрагмент библиотеки КТЭ

Рассмотрим автоматизированное проектирование технологии изготовления детали «Планка», 3Д-модель которой приведена на рисунке 3, а эскиз – на рисунке 4.

Проектирование технологии изготовления детали Планка в автоматизированной системе выполнено с использованием объектно-ориентированных модулей фигурного раскроя и механической обработки.

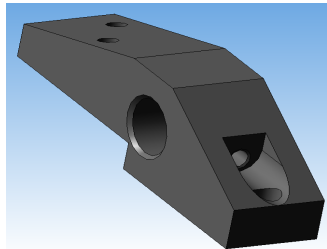


Рисунок 3 – 3Д-модель детали Планка в рабочем пространстве графического пакета КОМПАС 3D

Секция 1 - Технический сервис машин и оборудования

ГОСТ 3.1118-82 ФОРМА 1 САПР																	
ЛУБЛ.																	
ЭЗЭМ.																	
ПОДЛ.									11	1							
РАЗРАБ.																	
ПРОФ.																	
ОАО «Минский Агросервис»						ЗМП503.140.416.00											
УТВ.																	
Н.КОНТР.																	
ПЛАНКА																	
M01	ПОЛОСА	40	X	[ДЛГ]	ГОСТ	103-76/СТАЛЬ	45	ГОСТ	1050-88								
M02	КОД	ЕВ	МД	ЕН	Н.РАСХ	КИМ	КОД.ЗАГОТ	ПРОФИЛЬ И РАЗМЕРЫ	КД	МЭ							
A	ЦЕХ	УЧ	РМ	ОПЕР	КОД.НАИМЕНОВАНИЕ	ОПЕР.	ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА										
B	КОД. НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ						СМ	ПРОФ	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	КШГ	ТИЗ	ТИТ
A 03	001 Переменение																
B 01																	
O 04	Доставить материал на заготовительный участок																
A 05	002 Плазменная резка																
B 02	VANAD Pгохiма 3 2 1 1 1 1,40 0,22 0,02																
O 06																	
O 07	Вырезать заготовки, выдерживая размеры 40 x 120(+0.80)																
T 08																	
T 09	ПЛАНГЕНЦИРКУЛЬ шц-11-250-0.1 ГОСТ 166-89																
A 10	003 Маркирование																
B 03	ВЕРСТАК 2 2 1 1 1 1,00 0,01																
O 11	Маркировать заготовку																
A 12	004 Закалка																
B 04																	
MK																	

Рисунок 6 – Фрагмент маршрутной карты изготовления детали Планка

Заключение

Предложенные технологические решения позволили разработать программное обеспечение САПР ТП и автоматизировать сквозное проектирование технологических процессов при совмещении всех технологических переделов, включая механическую обработку, холодную штамповку, сварку, нанесение гальванических и лакокрасочных покрытий, раскрой профильного металлопроката на машинах термической резки, гильотинных ножницах и отрезных станках, что обеспечивает:

- сокращение сроков подготовки производства на 20 – 25 %;
- экономию металлопроката на 5 – 10%.

Система автоматизированного проектирования внедрена на ОАО «Минский Агросервис».

Список использованной литературы

1. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебник / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова; – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 512 с.

2. Филонов, И.П. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для вузов / И.П. Филонов [и др.]; под ред. И.П. Филонова. – Минск : Технопринт, 2003. – 910 с.