

Взаимодействие подсистем: первичной и синтеза в системе многоуровневой базовой групповой технологии

Часть I

Ю. П. Ракунов, В. В. Абрамов, А. Ю. Ракунов

Приведены научные принципы разработки и совершенствования построения первичной подсистемы и синтеза многоуровневой базовой групповой технологии (МБГТ). Проведено развитие основных подсистем МБГТ. Дано описание методики параметрической оптимизации типажей унифицированного режущего инструмента (УРИ), спроектированных для групповой обработки и режимов оптимального резания конструкционных и труднообрабатываемых материалов на прецизионных токарных универсальных станках с ЧПУ и автоматах продольного течения.

Ключевые слова:

первичная подсистема, подсистема синтеза, типаж унифицированных резцов, методика и критерии параметрической оптимизации, методика назначения режимов резания, методы повышения стойкости инструмента

УДК 621.9 | ВАК 2.5.5

DOI: 10.22184/2499-9407.2023.32.3.58.65

Введение

Создание современных систем автоматизированного проектирования (САПР) единичных и групповых технологических процессов (ГТП) на основе конструктивно-технологических параметров предмета производства (в частности, детали) является одной из наиболее актуальных и нерешенных пока проблем автоматизации проектирования. Главной причиной этого является отсутствие общего решения проблемы синтеза структур объектов проектирования инвариантного их классу [1–4]. Эти трудности усугубляются при обработке труднообрабатываемых материалов (ТОМ).

Основное содержание и результаты работы

В исследованиях [1–5] убедительно показано, что сложность автоматизации проектирования (синтеза) структуры ТП объясняется большой совокупностью правил проектирования, слабой их формализацией, динамичностью схем их применения, которые определяются конкретными производственными условиями.

Современные системы проектирования технологий характеризуются применением эвристических алгоритмов формирования структур, строго ориентированных на ограниченное число производственных ситуаций, поэтому системы плохо тиражируемы и не адаптивны. Решения,

формируемые системой, часто требуют глубокой корректировки.

При проектировании структуры ТП требуется ввести большой объем необходимых исходных данных об изделии и производственной среде. Для корректировки решений, облегчения процесса кодирования и ввода исходных данных об изделии применяют диалог пользователя с системой. Однако даже диалог не позволяет повысить эффективность проектирования структуры ТП, если алгоритмы не были рассчитаны на конкретную производственную ситуацию. Оперативно изменить или дополнить алгоритмическое и программное обеспечение не представляется возможным.

Процесс варьирования параметров (параметрической настройки) значительно более формализован и менее зависим от производственной ситуации, поэтому в последнее время появилось много систем, в которых автоматически (или автоматизированно) выполняется параметрическая настройка, структура ТП формируется вручную, а информация о ней вводится в систему как исходные данные. Такие системы легко адаптируются к производственным условиям, требуют введения относительно небольшого объема исходных данных и легко воспринимаются специалистами при их внедрении. Однако, эффективность решений в таких системах определяется квалификацией технолога, отсутствует возможность оптимизировать структуру объекта проектирования, особенно при финишной обработке ТОМ [1–6].

За последние 15–20 лет состояние автоматизации синтеза структур ТП изменилось мало. Проблема автоматизированного синтеза единичных и групповых ТП остается важнейшей и наиболее актуальной задачей САПР ТП [1–6].

В наиболее часто встречающихся оценках состояния автоматизированного синтеза ТП указывается, что при его реализации маршрутная и операционная технологии должны создаваться на основе общих закономерностей проектирования или эвристик, справедливых для ограниченного класса деталей и определенных видов и типов производств. Утверждается, что сформировать закономерности проектирования и критерии ТП, с помощью которых можно было бы разрабатывать весь процесс изготовления деталей, на сегодняшний день не представляется возможным. Теория синтеза структур технологических объектов, несмотря на усилия многих исследователей, до сих пор была разработана недостаточно [1–7].

Структура САПР ТП и состав ее подсистем (прежде всего проектирующих) определяются реализуемой в ней методологией проектирования. Существуют две основные методологии проектирования ТП изготовления изделий машиностроения:

- проектирование на базе использования ТП-аналогов;
- синтез единичных ТП на основе конструктивно-технологических характеристик изготавливаемых изделий.

Процессами-аналогами называют типовые и групповые ТП (ГТП). Единичный ТП можно проектировать на основе процессов-аналогов. В этом случае его структура и содержание технологических детапеопераций (ДО) в значительной мере определяются структурой процесса-аналога [1–5].

При использовании метода синтеза ключевым вопросом построения САПР ГТП является вопрос о том, как в данной системе осуществляется синтез структуры объектов проектирования: рабочих ходов (проходов), переходов ТП, технологических групповых детапеопераций (установов) [1–7].

Существуют принципиально различные подходы к построению САПР ТП. Известны несколько классификаций методов проектирования ТП, положенных в основу создания соответствующих систем [1–5].

Автор работы [3] разделяет методы проектирования ТП на три большие группы:

- алгоритмический анализ типовых и групповых процессов;
- преобразование процессов-аналогов;
- многоуровневый итерационный метод.

К первым двум группам автор относит методы:

- параметрической настройки (изменения параметров в нужном направлении) ТП;
- исключения и добавления структурных элементов ТП;
- комбинированный способ преобразования ТП.

Третья группа включает методы синтеза на основе как типовых, так и оригинальных проектных решений. Априори неверно считается, что параметрическая настройка целесообразна только при использовании процессов-аналогов.

В работе [4] по сложности задач синтеза методы разделены на пять уровней:

- задачи, в которых структура ТП задается (т.е. собственно синтез отсутствует);
- перебор вариантов структуры, для выполнения которого задают полный перечень вариантов;
- выбор эффективного варианта из большого, но конечного их множества методами исследования операций;
- выбор эффективного варианта из бесконечного множества (для сужения области поиска решения применяют эвристические правила отбора, режим диалога);
- задачи, которые решаются на уровне открытий и изобретений.

Предложенная классификация, к сожалению, не подкреплена рекомендациями по процедурной реализации каждой из групп методов.

Профессор С. П. Митрофанов [5] методы проектирования разделяет на два класса: адресации и синтеза. Метод адресации имеет три модификации, основанные на заимствовании ТП:

- без изменения структуры аналога и параметрической настройки;
- без изменения структуры аналога, но с параметрической настройкой (расчет режимов резания, норм

weldex

22-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА СВАРОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И ТЕХНОЛОГИЙ

10-13
ОКТАБРЯ 2023

МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО

ПОЛУЧИТЕ
БЕСПЛАТНЫЙ БИЛЕТ
ПО ПРОМОКОДУ
tehnosphaera



5 ПРИЧИН ПОСЕТИТЬ ВЫСТАВКУ:

- ВЖИВУЮ ОЦЕНИТЬ ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ
- НАЙТИ НОВЫХ ПОСТАВЩИКОВ С БОЛЕЕ ВЫГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ ЗАКУПОК
- УКРЕПИТЬ ОТНОШЕНИЯ С ТЕКУЩИМИ ПАРТНЕРАМИ
- ЛИЧНО ВСТРЕТИТЬСЯ С ТОП-МЕНЕДЖЕРАМИ КОМПАНИЙ И ПРОВЕСТИ ПЕРЕГОВОРЫ
- ИЗУЧИТЬ ОБОРУДОВАНИЕ В ДЕЙСТВИИ, ПОЛУЧИТЬ КОНСУЛЬТАЦИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ



ОРГАНИЗАТОР
ORGANISER

WELDEX.RU



+7 (499) 750-08-28
weldex@ite.group

Официальная
поддержка:



Генеральный
информационный
партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

и закреплении предмета труда (заготовки или сборочной единицы) на модели налаженного оборудования.

Модель налаженного оборудования должна иметь три наладки:

- **установочную** – модель приспособления для базирования и закрепления заготовки;
- **инструментальную** – с указанием моделей ПИН в индивидуальной или групповой деталиеоперационной ИН, для каждой ПИН назначают режимы оптимального резания;
- **программную** – управляющую программу с указанием траекторий и режимов рабочих перемещений всех моделей инструмента в ИН.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Цыркв А. В.** Методология проектирования в мультиплексной информационной среде. М.: ВИМИ, 1998. 281 с.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2001. 384 с.
3. **Кондаков А. И.** САПР технологических процессов: учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2007. 272 с.
4. **Норенков И. П.** Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009.
5. Технология и организация группового машиностроительного производства: в 2-х ч. Ч. 1 Основы технологической подготовки группового производства // Митрофанов С.П., Братухин А.Г., Сироткин О.С. и др. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
6. **Ракунов Ю. П.** Разработка системы многоуровневой базовой технологии // Научные технологии в машиностроении. 2012. № 1. С. 40–46.
7. **Ракунов Ю. П.** Первичная подсистема многоуровневой базовой технологии // Научные технологии в машиностроении. 2012. № 3. С. 23–31.
8. Патент РФ № 2170160. Резец / Ракунов Ю.П., Калмыков В.И., Хрульков В.А., Петровская Т.М., Золотова Н.А., Борисенко Н.Н. Оpubл. 2000, Бюл. № 19.
9. Патент РФ № 2226453. Многократно перетачиваемый резец / Ракунов Ю.П., Хрульков В.А., Золотова Н.А., Тихонов Н.А. Оpubл. 2004, Бюл. № 10.
10. **Ракунов Ю. П., Золотова Н. А.** Методология построения подсистемы синтеза многоуровневой базовой технологии в групповом производстве: Сб. материалов науч.-практ. конф. «Технологическое обеспечение качества машин и приборов». Пенза, 2004.
11. **Ракунов Ю. П.** Подсистема синтеза многоуровневой базовой технологии // Научные технологии в машиностроении. 2012. № 10. С. 36–46.
12. **Ракунов Ю. П., Абрамов В. В.** Разработка САПР оптимальных групповых процессов токарной обработки на станках с ЧПУ // Справочник, Инженерный журнал, приложение. 2015. № 7. С. 1–29.
13. **Макаров А. Д.** Оптимизация процессов резания. М.: Машиностроение, 1976, 278 с.
14. **Ракунов Ю. П.** Управление качеством токарной обработки высокоточных деталей машин // Научные технологии в машиностроении. 2013. № 2. С. 36–48.
15. Справочник технолога // Под ред. А.Г.Суслова. М.: Машиностроение, 2019. 678 с.
16. **Ракунов Ю. П., Абрамов В. В.** Сравнение методов оптимизации режимов резания при механической обработке деталей машин // Механизация строительства. 2015. № 11. С. 22–26.
17. **Ракунов Ю. П., Абрамов В. В., Ракунов А. Ю.** Роль скорости резания и радиуса округления режущего клина в эффективности тонкой механической обработки труднообрабатываемых материалов // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2020. № 1, 2. С. 66–72.
18. **Васильев А. С., Дальский А. М., Золотаревский Ю. М. и др.** Направленное формирование свойств изделий машиностроения. М.: Машиностроение, 2005.
19. **Цыркв А. В., Торпачев А. В.** Моделирование технологических операций // Информационные технологии. 1998. № 3. С. 69–72.
20. **Торпачев А. В.** Алгоритмический подход к формированию технологических баз данных // Ракетно-космические комплексы. М.: МАТИ-КБТМ, 2007. Вып. 1. С. 25–31.
21. **Торпачев А. В.** Применение восходящего метода проектирования технологических процессов механической обработки деталей аэрокосмической техники // Технология машиностроения. 2011. № 1. С. 12–16.
22. **Ракунов Ю. П., Абрамов В. В., Ракунов А. Ю.** Критерии обрабатываемости труднообрабатываемых материалов, оптимизация инструмента и режимов резания в прецизионном групповом производстве // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2021. № 4. С. 62–72.
23. Machining: fundamentals and recent advances / Ed.J.Paulo Davim. Springer, 2008. 361 p.
24. **Klocke F.** Manufacturing Processes. Cutting. Springer, 2011. 500 p.
25. **Лелюхин В. Е., Колесникова О. В.** Метод формального проектирования технологии обработки на станках деталей судовых машин // Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 3–4. С. 39–46.

Авторы

Ракунов Юрий Павлович – кандидат технических наук, доцент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета

Абрамов Валерий Васильевич – доктор технических наук, профессор Национального исследовательского Московского государственного строительного университета

Ракунов Александр Юрьевич – инженер Национального исследовательского Московского государственного строительного университета

МЕТАЛЛООБРАБОТКА. ТЕХНОЛОГИИ. ОБОРУДОВАНИЕ



RIMTOS 20

23

Russian International
Machine-Tool and
Manufacturing Technology Show

Москва, МВЦ «Крокус-Экспо», павильон №2
24 — 26 октября 2023 г.

ОРГАНИЗАТОР:

Ассоциация «Станкоинструмент»

+7 (495) 650-58-04

+7 (495) 650-46-68

+7 (495) 650-38-11 (факс)

expo@stankoinstrument.ru

rimtos.ru



Ассоциация производителей
станкоинструментальной продукции
«СТАНКОИНСТРУМЕНТ»

