

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ТОРЦОВЫХ ЗУБЧАТЫХ КОНТУРОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В.А. ДАНИЛОВ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Р.А. КИСЕЛЕВ

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Исходя из структуры технологии формообразования, как совокупности метода формообразования, схемы обработки и обрабатывающей системы, установлены пути интенсификации процессов обработки различными инструментами торцовых зубчатых контуров деталей машин за счет совершенствования указанных структурных компонентов. Реализация разработанных на этой основе способов обработки позволила создать импортозамещающее оборудование на базе универсальных станков, обеспечившее повышение производительности при требуемой точности.

В изделиях машиностроения широко применяются детали с торцовым зубчатым контуром (ТЗК) типа кулачковых и храповых муфт, индукторов и др. Традиционные технологии их обработки основаны обычно на прерывистом процессе деления, что отрицательно влияет на производительность и точность обработки. Прогрессивным направлением развития технологий формообразования ТЗК является применение схем обработки с непрерывным движением деления [1]. Теоретические и экспериментальные исследования и конструкторско-технологические разработки по созданию эффективных технологий формообразования ТЗК выполнены в Полоцком государственном университете совместно с промышленными предприятиями. При этом решены следующие задачи:

- разработана классификация ТЗК, положенная в основу синтеза методов их формообразования резанием;
- по предложенной методике разработаны прогрессивные схемы обработки ТЗК резцовыми головками, червячными и секторными инструментами;
- определены возможные методы управления формообразованием прерывистых поверхностей ТЗК для обеспечения требуемой их точности;
- теоретически и экспериментально исследованы схемы формообразования ТЗК различными инструментами в отношении точности и производительности формообразования, кинематики и динамики процессов обработки;
- разработаны варианты реализации новых методов формообразования ТЗК в виде структурных и кинематических схем станков и их инструментального оснащения.

Проблема создания прогрессивной технологии формообразования ТЗК решена исходя из взаимосвязи ее основных компонентов – схемы формообразования, метода обработки и обрабатывающей системы, что позволило ре-

шить основные задачи функционального проектирования станков для обработки ТЗК.

Во-первых, предложена классификация конструктивных признаков ТЗК разнообразного назначения (деталей трансмиссий машин, измерительных устройств и др.), существенных для синтеза методов формирования прерывистых поверхностей.

Во-вторых, исходя из общих положений теории формообразования поверхностей и особенностей геометрии ТЗК, предложена методика синтеза схем их формообразования, включающая: определение формы производящих линий пазов, характеристического образа инструмента, типа и формы его производящих элементов; задание относительного положения и траектории перемещения производящих элементов; синтез методов формообразования производящих линий.

В-третьих, исходя из геометрии ТЗК, типовых методов формообразования производящих линий и исполнительных движений при обработке пазов, предложены методы формообразования ТЗК, анализ которых с применением математического и физического моделирования позволил установить из них рациональные и область их эффективного применения.

Исследованы схемы обработки ТЗК с непрерывным движением деления резцовыми головками, червячными и секторными инструментами, обеспечивающие интенсификацию процессов обработки по сравнению с традиционной технологией формообразования ТЗК, основанной на дискретном движении деления.

Особенностью обработки ТЗК с непрерывным движением деления является кинематическое формирование боковых поверхностей пазов на базе циклоидальных кривых. Управление геометрией формируемых производящих линий этих поверхностей обеспечивается кинематическим и геометрическим методами в соответствии с математическими моделями процессов их образования разными инструментами, а стабилизация скорости исполнительного движения обеспечивается синхронным изменением угловых скоростей элементарных движений по установленным зависимостям при постоянном значении кинематического коэффициента.

Преимуществом методов обработки ТЗК червячными инструментами является высокая производительность, благодаря непрерывности процесса обработки. Такой же эффект достигается и при обработке более простым по конструкции предложенным секторным наклонным инструментом, обеспечивающим высокопроизводительную обработку пазов ТЗК по схеме кругового протягивания, при которой паз обрабатывается на полную глубину за один оборот инструмента. Математическим и компьютерным моделированием процесса формообразования ТЗК секторными инструментами с использованием предложенного алгоритма оптимизированы параметры инструмента и схемы обработки круговым протягиванием. Аналитически обоснованы методы управления точностью формообразования за счет настройки геометрических параметров схемы обработки.

Установлены составляющие погрешности обработки, обусловленные схемой формообразования, неточностью изготовления инструмента и его

расположения относительно заготовки, тангенциальным, осевым и радиальным смещением режущих лезвий и другими факторами. В результате разработана методика определения параметров режущих инструментов и допусков на точность их изготовления, исходя из условий обеспечения требуемой точности обработки зубчатого контура и рациональных условий резания, что позволило создать инструментальное оснащение станков, в частности, для обработки индукторов АБС автомобилей и храповых муфт.

Для реализации разработанной технологии обработки индукторов АБС автомобилей на базе универсальных зубошлицефрезерных станков созданы специализированные станки моделей ВС50-9601 и ВС30П-9253, которые, обеспечивая требуемую точность геометрических параметров ТЗК, повышают в 3-4 раза производительность их обработки по сравнению с традиционной технологией обработки ТЗК методом прерывистого деления.

Предложенные способы обработки ТЗК, станки и инструменты защищены патентами Республики Беларусь №№ 553, 1550, 5707, 6063, 6165, 6934, 7041, 7876. 9765. Промышленная реализация разработанных технологий формообразования ТЗК решает проблему создания конкурентоспособного отечественного оборудования для интенсификации процессов обработки прерывистых поверхностей деталей машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, В.А. Прогрессивные технологии формообразования торцовых зубчатых контуров деталей машин / В.А. Данилов, Р.А. Киселев, О.В. Яловский. – Новополоцк: УО ПГУ, 2015. – 220 с.