

ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»

107023, Москва, Б. Семеновская, 49; e-mail: vniinstrument@okb-telecom.net
Тел. (095) 366-94-11; 366-90-33 Факс (095) 366-92-77

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

генеральный директор
ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»,
д.т.н., профессор



Г.В.Боровский

« 10 » июня 2014 г.

В диссертационный совет
Д 212.141.06 ФГБОУ ВПО МГТУ
им. Н.Э. Баумана
Секретарю совета, д.т.н., доценту
Михайлову В.П.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Иванова Дмитрия Вячеславовича на тему:
" Разработка и исследование технологической системы с циклоидальной схемой формообразования дискретно-щелевых структур ", представленной в диссертационный совет Д 212.141.06 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность темы

Диссертация Иванова Дмитрия Вячеславовича посвящена важной проблеме повышения точности и производительности получения изделий с дискретно-щелевой структурой, таких как щелевые фильтроэлементы, теплообменники, развитые оребренные поверхности валов под покрытия, имеющих широкий спектр применения в различных отраслях промышленности. Актуальность темы определяется необходимостью создания высокопроизводительных технологических систем для получения широковостребованного класса деталей с дискретно-щелевой структурой поверхности. Технологические системы лезвийной обработки с циклоидальной схемой формообразования обеспечивают лучшие технические характеристики изделий и технико-экономические показатели процесса по сравнению с традиционными каркасно-проволочными, каркасно-сетчатыми и штамповочными технологиями. Основное внимание в

работе уделено обоснованию параметров технологической системы с циклоидальной схемой формообразования, обеспечивающих точность и производительность обработки деталей с дискретно-щелевой структурой.

Автором разработана научная концепция циклоидального формообразования дискретно-щелевых структур, базирующаяся на формировании щелевого профиля детали пространственной композицией траекторий движения резцов относительно заготовки; установлены взаимосвязи между параметрами технологической системы и параметрами получаемой структуры; предложена математическая модель формирования структуры, базирующаяся на принципе относительности движений и универсально применимая к различным схемам формообразования; разработаны численные методы ее решения. Представленные выводы и рекомендации важны для технологического обеспечения комплекса геометрических параметров дискретно-щелевых структур.

Краткое содержание работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов. Список использованной литературы включает 147 наименований. Объем диссертации составляет 155 страниц с учетом 61 рисунков и 24 таблиц.

Во введении обоснована актуальность и важность тематики работы для отечественной станкоинструментальной промышленности; сформулирована цель исследования, показаны факторы, определяющие его новизну.

Первая глава посвящена обзору существующей технологической базы в области формообразования круглопрофильных деталей с дискретно-щелевой структурой. В соответствии с приведенной классификацией анализируются изделия с различными типами дискретно-щелевой структуры, рассматриваются конструктивные особенности изделий, их функциональные возможности, технологические способы получения и области применения. На основе сопоставления установлено, что технологические системы циклоидальной схемой формообразования (ЦСФ) применительно к фильтрам обеспечивают повышенную проницаемость и возможность регенерации противотоком, возможность получения фильтроэлемента в виде монодетали, вместо сборочной единицы. Применительно к теплотехнике увеличивают поверхность теплообмена изделий по сравнению с прикорневой приваркой ленты и поперечно-винтовой прокаткой. При подготовке поверхностей под покрытие существенно увеличивают поверхность, а, следовательно, прочность сцепления по сравнению с методами «рваной резьбы» и накатки. Показано недостаточное соответствие существующих методик анализа процессов формообразования

особенностям получения дискретно-щелевых структур при многолезвийной обработке. В конце главы приводятся выводы и постановка задач исследования.

Во второй главе проводится анализ структуры и разработка компоновок станков с ЦСФ. На основе анализа серийно выпускаемых токарно-фрезерных станков установлено, что они не могут быть использованы для получения деталей с дискретно-щелевой структурой поверхности без существенной модернизации их конструкции. В соответствии концепцией модульного построения компоновок вариантом создания станка для получения дискретно-щелевых структур является оснащение его дополнительным блоком вращения инструмента или детали. Предложены основные принципы формализации компоновок, отражающие движения относительно заданных координат и способы сопряжения исполнительных узлов. Показано, что получение щелей на поверхности детали возможно на основе внешней, внутренней и охватывающей схем касания инструмента и заготовки. Кинематическая структура формообразования содержит одно поступательное и два вращательных движения. Разработаны компоновки станков с ЦСФ различного типоразмера.

В третьей главе изложена разработка циклоидальной модели формообразования дискретно-щелевой структуры, увязывающей входные геометрические параметры схемы касания пары деталь-инструмент и параметры формообразующих движений станка с выходными геометрическими параметрами дискретно-щелевой структуры. Предложены зависимости для определения параметров изделий, в том числе: длина щели и перемычки, окружной и осевой шаг, углы наклона винтовых линий щелей и рядов их расположения. Проведено математическое моделирование процесса формообразования структур. Разработана обобщенная математическая модель циклоидального формообразования щели. Математическая модель формализована в виде системы уравнений, увязывающих радиальную и угловую координаты радиуса-вектора формообразования с текущими координатами центра инструмента и его вершины. Модель позволяет определить длину щели, межцентровое расстояние и кинематическое передаточное отношение формообразующих движений детали и инструмента. Модель носит универсальный характер тангенциального точения и фрезерования, встречного и попутного резания.

В четвертой главе разработаны методы решения модели формообразования щели. Первый из них базируется на приведении трансцендентных выражений к алгебраическому виду и позволяет с погрешностью до 3% определять длину щели, требуемое межцентровое расстояние и кинема-

тическое передаточное отношение вращательных формообразующих движений детали инструмента. Второй метод является интерационным. Метод базируется на программных пакетах Sage и C++ и позволяет решать модель в задачах анализа и параметрического синтеза с любой наперед заданной и отличной от нуля погрешностью вычислений. Третий метод базируется на использовании программного математического пакета Math CAD 14 и позволяет автоматизировать вычислительный процесс решения модели, существенно снизить его трудоемкость при массивах исходных данных. При этом, за счет обеспечения получения результата в табличном и графическом видах, повышается его информативность. Три программы защищены свидетельством государственной регистрации программ для ЭВМ.

В пятой главе с использованием разработанных алгоритмов и программ представлены результаты численного эксперимента по решению модели циклоидального формообразования щели в задачах анализа и параметрического синтеза. Представлены результаты физического эксперимента по получению щелевых структур, выполненного на станке с ЦСФ. С использованием метрологических средств проведены замеры геометрических параметров структур и подтверждена адекватность модели формообразования и методов их решения.

Научная новизна. Научная новизна проведенных исследований заключается в математическом описании технологической системы циклоидального формообразования деталей с дискретно-щелевой структурой, в том числе разработаны математические модели, позволяющие определить параметры технологической системы для получения дискретно-щелевых структур в задачах анализа и параметрического синтеза, и методы их решения. В работе впервые показано и расчетно обосновано, что взаимонаправленность формообразующих движений детали и инструмента существенно влияет на вид, форму и пространственное взаиморасположение траекторий формообразования, а в итоге на геометрические и кинематические характеристики технологической системы.

Личный вклад. В диссертационной работе Иванов Д.В. разработал математическую модель циклоидального формообразования дискретно-щелевой структуры и численно реализовал ее в виде программ расчета геометрических и кинематических параметров технологической системы. При помощи разработанных алгоритмов и программ ЭВМ им лично выполнены все представленные расчеты, оценены полученные результаты применительно к задачам данной работы и сформулированы соответствующие выводы.

Значимость для науки и производства. Разработанная автором математическая модель циклоидального формообразования деталей с дискретно-щелевой структурой в условиях лезвийной обработки, а также программы расчета параметров технологической системы и полученные с их помощью выводы являются важным вкладом в изучение технологических систем многолезвийной обработки. Модель является достаточно универсальной применительно к внешней, внутренней и охватывающей схемам касания детали и инструмента, к круговому фрезерованию и тангенциальному точению, попутному и встречному способам обработки. Практическое значение результатов работы связано с их использованием при выполнении 2-х контрактов по программам Федерального агентства по образованию и в учебном процессе при подготовке учебника «Проектирование автоматизированных станков и комплексов». Три программы для ЭВМ по расчету параметров технологической системы с ЦСФ, защищены свидетельствами госрегистрации Федеральной службы по интеллектуальной собственности. По оценке ООО «Прайс Эксперт» стоимость одной из программ ее составила 2019000 руб.

Достоверность. Достоверность полученных результатов и выводов диссертации определяется корректным использованием аппарата векторной алгебры и современных численных методов, хорошим согласием решений модельных задач с аналитическими решениями, а также соответствием расчетных и экспериментальных данных.

Рекомендации по использованию результатов работы. Большой интерес и практическую пользу результаты данной диссертационной работы могут иметь для организаций, разрабатывающих системы очистки воды, нефти и газа, системы теплообмена, системы получения покрытий машино-стойких изделий. Разработанные программы могут быть использованы и в образовательном процессе на кафедрах соответствующего профиля. Считаю целесообразным продолжение автором работ по дальнейшему исследованию технологических систем многолезвийной обработки применительно к получению гладкопрофильных деталей, что обеспечило бы более полную верификацию разработанной математической модели циклоидального формообразования.

Замечания по диссертационной работе.

- Разработанной математической моделью циклоидального формообразования распространяется на внешнюю, внутреннюю и охватывающую схемы касания круглопрофильных детали и инструмента. Желательно было бы дополнить верификацию модели предельными вариантами по схемам формообразования с линейными профилями детали и инструмента, имеющих также циклоидальный характер.

- В общих выводах следовало бы привести сопоставление передаточных отношений частот вращения детали и инструмента, назначаемых для получения требуемой длины щели при попутном и встречном резании.
- Для настройки параметров технологической системы желательно было бы сопоставить степень влияния на длину получаемой щели межцентрового расстояния и соотношения частот вращения детали и инструмента.

Общий вывод. Отмеченные недостатки носят рекомендательный характер и не ставят под сомнение основные результаты и выводы работы. Работа Иванова Д.В. представляет собой законченную научную работу, содержит решения научно-технических задач по обоснованию параметров технологической системы с циклоидальной схемой формообразования, обеспечивающих точность и производительность обработки деталей с дискретно-щелевой структурой. Диссертантом продемонстрирована высокая степень владения математическими методами решения прикладных задач. Эти навыки нашли применение в созданных лично автором моделях циклоидального формообразования дискретно-щелевых структур, алгоритмах и программах расчета параметров технологической системы. Также автором продемонстрировано владение современными математическими пакетами типа *Sage, C++, Math CAD*.

Полученные автором результаты являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» « 10 » июня 2014 г., (протокол заседания № 17).

Председатель секции НТС,
зам. генерального директора, к.т.н.



В.П. Балков

Секретарь НТС



Г.С. Сулакова