

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Данилова Александра Алексеевича «Технология формообразования наружных моментопередающих поверхностей с профилем в виде треугольника Рело на универсальных станках», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертационная работа посвящена проблеме повышения производительности обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело путем создания технологии механической обработки специальным инструментом на универсальном оборудовании.

Разработана классификация методов формообразования поверхностей валов моментопередающих соединений и на базе выполненного анализа обоснован выбор методов формирования профиля поверхности прерывистого следа и прерывистого огибания, при которых профиль не зависит от формы режущих лезвий.

Исследование топологии обработанных поверхностей с Рело-профилем позволили автору обосновать форму режущих лезвий созданных режущих инструментов для обработки на универсальном зубодолбежном станке предложенными методами прерывистого следа и прерывистого огибания.

Указанные направления исследований в полной мере соответствуют специальности 05.02.07– технология и оборудование механической и физико-технической обработки, а рассматриваемая диссертационная работа относится к отрасли технических наук.

2. Актуальность темы диссертации

Рассматриваемая диссертационная работа посвящена проблеме получения валов профильных моментопередающих соединений, обладающих по сравнению с традиционными шлицевыми и шпоночными соединениями более высокой усталостной прочностью и долговечностью при меньших габаритах. Моментопередающие соединения с многогранным профилем достаточно широко применяются в современных высоконагруженных машинах.

В мировой практике наиболее широко применяются профильные соединения с трехгранным равноосным и синусоидальным профилем. Сопрягаемые поверхности деталей с таким профилем могут быть получены при довольно сложной кинематике формообразования. Профиль в виде треугольника Рело, обладая преимуществами указанных в части соотношения габарита и несущей способности, отличается отсутствием самоторможения при эксплуатации, и может успешно применяться как в подвижных, так и неподвижных соединениях.

Разработка перспективных технологий обработки деталей профильных моментопередающих соединений весьма актуальна и востребована в современном производстве.

Таким образом, диссертационная работа Данилова А.А. посвящена решению актуальной проблемы и направлена на создание эффективной технологии обработки валов в виде треугольника Рело.

Актуальность диссертационной работы для субъектов хозяйствования Республики Беларусь определяется ее практической направленностью. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь.

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям научно-технической деятельности, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156). Результаты исследований получены в том числе, в рамках гранта Министерства образования Республики Беларусь по теме «Разработка, исследование и реализация прогрессивных способов формообразования некруглых моментопередающих поверхностей

*Вх. № 11-5д/124
от 19.01.2024*

деталей машин с регулярным профилем» (тема ГБ 1810, № гос. рег. 20180681) и выполнения задания № 2.64 ГНПИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии».

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Основные результаты и положения, выносимые на защиту, являются новыми. Соискателем ученой степени:

- предложена классификация методов формообразования некруглых поверхностей, включающая методы профилирования и образования поверхностей по длине, отличающаяся возможностью их профилирования предложенными полигональными методами прерывистого следа и прерывистого огибания, что позволило реализовать их на универсальных станках при обработке валов с профилем в виде треугольника Рело;

- теоретически определены кинематические и геометрические условия полигонального формирования профиля наружной поверхности моментопередающего вала в виде треугольника Рело методами прерывистого следа и прерывистого огибания, а также установленные диапазоны изменения кинематических углов режущих лезвий и скорости движения профилирования;

- аналитическими исследованиями и геометрическим моделированием топологии поверхностей с профилем в виде треугольника Рело при формировании предложенными методами прерывистого следа и огибания установлены зависимости формы и высоты остаточных гребешков на обработанной поверхности в виде не срезанной части припуска от геометрических параметров режущего лезвия, а также характер изменения формы и высоты гребешков вследствие непрерывно меняющейся в процессе формообразования ориентации режущих кромок относительно номинальной поверхности изделия, что позволило определить рациональную форму режущих лезвий для обработки таких поверхностей на универсальном зубодолбежном станке и создать технологию, обеспечивающую 8–9 квалитеты точности формы обработанной поверхности и реализовать в производстве разработанные технологии на универсальном зубодолбежном станке

Новизна полученных решений подтверждается также патентами на способы и инструменты для обработки профильных поверхностей.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленные в работе результаты исследований научно обоснованы и методологически подтверждены, методы их достижения опираются на актуальные технические решения. Для экспериментальных исследований применялись современные средства измерений. Полученные результаты и сформулированные выводы соответствуют современным направлениям развития в областях машиностроения и механической обработки материалов, прошли апробацию на конференциях, широко опубликованы в научных изданиях, внедрены в производство. Достоверность полученных результатов подтверждена также практической апробацией в производстве разработанной технологии и инструмента.

Заключительные выводы диссертации обоснованы и подтверждены материалами исследований.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научную значимость имеют результаты, изложенные в диссертации:

- предложенная классификация методов формообразования некруглых поверхностей, включающая методы профилирования и образования поверхностей по длине, отличающаяся возможностью их профилирования предложенными полигональными методами прерывистого

го следа и прерывистого огибания, что позволило разработать технологию обработки валов с профилем в виде треугольника Рело на универсальных станках;

- установленные кинематические и геометрические условия полигонального формирования профиля наружной поверхности моментопередающего вала в виде треугольника Рело методами прерывистого следа и прерывистого огибания, а также допустимые диапазоны изменения кинематических углов режущих лезвий и скорости движения профилирования при обработке на универсальном зубодолбежном станке;

- результаты аналитических исследований и моделирования топологии поверхностей с профилем в виде треугольника Рело при формировании предложенными методами прерывистого следа и огибания;

- установленные зависимости формы и высоты остаточных гребешков на обработанной поверхности в виде не срезанной части припуска от геометрических параметров режущего лезвия, а также характер их изменения вследствие непрерывно меняющейся в процессе формообразования ориентации режущих кромок относительно номинальной поверхности изделия;

- установленная рациональная форма режущих лезвий для обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело на универсальном зубодолбежном станке, на базе которых создана технология, обеспечивающую 8–9 квалитеты точности формы обработанной поверхности.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в создании технологии обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело, разработке ряда конструкций инструмента и апробацией их на предприятиях. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании технологических процессов изготовления деталей экструдеров, дробилок и мельниц, моментопередающих передач в сельхозмашиностроении и других машин. Также результаты исследований включены в методические пособия и внедрены в учебный процесс в БНТУ.

Экономическая значимость результатов исследований подтверждается эффектом от применения в промышленности разработанной технологии.

Социальная значимость результатов работы заключается в создании эффективной технологии обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело специальным инструментом на универсальном оборудовании, обеспечивающая повышение производительности их получения.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

По результатам диссертационного исследования опубликованы 34 работы, включающие 6 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК (3,2 авт. листа), 10 статей и 14 тезисов докладов в сборниках научных трудов и материалах конференций. Получены 2 патента Республики Беларусь и 2 Евразийских патента на изобретения. Опубликованные по теме диссертации работы в полной мере отражают ее основные положения.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографии и приложений. Полный объем диссертации составляет 185 страниц, включая 46 рисунков, 5 таблиц и 33 страницы приложений. Библиографический список содержит 153 наименования, включая 34 публикации соискателя. Оформлена работа в соответствии с требованиями действующей инструкции ВАК. Автореферат по содержанию соответствует диссертации. Выводы основаны на содержании работы.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Уровень решенных в диссертации задач характеризует автора как сложившегося специалиста в области технологии механической обработки, способного ставить и решать актуальные научные и прикладные задачи.

Научная новизна и практическая и значимость диссертационной работы подтверждают, что квалификация Данилова Александра Алексеевича соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук и характеризуют ее автора как высококвалифицированного специалиста и исследователя.

9. Замечания по диссертации

1. Точность формы элементов моментопередающих соединений по техническим нормам должна соответствовать 6-10 качеству в зависимости от назначения и области применения. В работе показано, что разработанная технология обеспечивается точность формы по 8-9 качествам. В диссертации недостаточно четко отмечены преимущества разработанной технологии в части обеспечения требуемой точности геометрической формы валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело и не конкретизировано за счет каких конструктивных и технологических решений получены более качественные профили в сравнении с обработкой известными способами.

2. В главе 1 выполнен достаточно объемный обзор применения профильных моментопередающих соединений и способов формообразования профильных валов обработкой резанием. В главе 2 проведен подробный синтез способов и схем обработки, предложена классификация способов формообразования поверхностей валов моментопередающих соединений, но недостаточно корректно и не аргументировано это представляется как анализ именно методов формообразования. Метод формообразования в работе рассматривается один - механическая обработка резанием, анализируемые и исследуемые способы и схемы обработки относятся именно к данному методу.

3. При рассмотрении способов обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений не уделено достаточного внимания анализу производительности и достигаемой геометрической точности профиля в виде треугольника Рело на современных станках с ЧПУ.

4. Не указана форма заготовки при получении профильного вала, следовательно, невозможно оценить изменение глубины резания, например, при применении круглой заготовки. Тогда особенности стружкообразования и физических явлений при резании с переменной глубиной резания будут оказывать существенное влияние на микрорельеф формируемых поверхностей, а также топологию и макрогеометрию (точность) профиля. Особенно это касается вершин треугольного профиля, где процесс проходит через «мертвую точку» изгиба поверхности профиля.

5. В разделе 4.3 приведены результаты экспериментальных исследований микрогеометрии обработанной поверхности и показано, что различными видами разработанного инструмента достигается ее шероховатость по параметру Ra 1,01-5,4 мкм. Не объясняются механизмы, приводящие к такому различию при одинаковом значении круговой подачи 0,2 мм/дв. ход и приводящие к росту значения параметра Ra до 22,5 мкм при увеличении круговой подачи до 0,5 мм/дв. ход. Анализ стружки и процесса стружкообразования позволил бы это выявить и подтвердить положительное значение разработанных технологических решений на точность профиля.

6. В материалах диссертации и даже выводах много указания на недостатки и сложности существующих способов и технологий обработки профильных поверхностей, делается упор на простоту реализации разработанной технологии, а следовало больше уделить внимания подтверждению собственных положительных результатов, физике процесса резания и особенностям механизмов, приведшим к достижению поставленных целей

Указанные замечания не повлияли на полученные результаты и выводы, и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

10. Заключение

Диссертация Данилова А. А. «Технология формообразования наружных моментопередающих поверхностей с профилем в виде треугольника Рело на универсальных станках», представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и по содержанию соответствует специальности 05.02.07 - технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Диссертация отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Данилов Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - технология и оборудование механической и физико-технической обработки за новые научно-обоснованные результаты, **включаящие:**

- разработанную классификацию методов формообразования поверхностей валов моментопередающих соединений, предусматривающую возможность формирования профиля поверхности методами прерывистого следа и прерывистого огибания, при которых геометрия профиль не зависит от формы режущих лезвий;

- теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение формирования Рело-профиля полигональным методом двумя равномерными вращательными движениями инструмента и заготовки на универсальном зубодолбежном станке с управлением макрогеометрией профильной поверхности за счет кинематических и геометрических параметров схемы обработки и режущего инструмента;

- аналитическое доказанное и экспериментально подтвержденное положение, что стабилизация формы и высоты гребешков Рело-профиля лезвием с круглыми режущими кромками при методе огибания обеспечивается благодаря постоянной их ориентации относительно формируемого профиля;

- обоснование рациональной формы режущих лезвий созданных инструментов для обработки поверхностей с Рело- профилем на универсальном зубодолбежном станке предложенными методами прерывистого следа и прерывистого огибания,

что позволило создать технологии механической обработки специальными инструментами на универсальном оборудовании методами прерывистого следа и прерывистого огибания, обеспечивающих 8-9 качества точности формы и повышение производительности обработки рабочих поверхностей валов моментопередающих соединений с профилем в виде треугольника Рело.

Официальный оппонент,
канд. техн. наук, доцент,
в.н.с. ФТИ НАН Беларуси

Подпись Лебедева В.Я. удостоверяю

В. Я. Лебедев

В.Я. Лебедев

Зам. директора по производству
ФТИ НАН Беларуси



*Отзыв получен
в совет 19.01.24
Секретарь совета
Давыдов О.Р.*

*С отзывом ознакомлен
19.01.24*

Данилов А.А.