

ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Дай Вэньци
«Технологическое обеспечение комбинированного формообразования
ступенчатых концентраторов-волноводов трубчатого типа для
ультразвукового воздействия на кровеносные сосуды с заданными
параметрами точности и качества рабочих поверхностей»,
представленную на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.02.07 - технология и оборудование механической и физико-технической
обработки

Диссертационная работа включает в себя перечень сокращений и обозначений, введение, общую характеристику работы, 4 главы основного текста, заключение, список использованных источников и 3 приложения. Диссертация состоит из Работа содержит 197 страниц, в том числе 147 страниц машинописного текста, 19 таблиц и 110 иллюстраций, 9 страниц библиографического списка из 108 источников. Приложения, включающие конструкторско-технологические документы и справку о внедрении полученных результатов занимают 41 страницы.

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

Содержание диссертации относится к техническим наукам и соответствует паспорту специальности – 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Выполненные исследования, расчеты и численное моделирование в диссертационной работе в полной мере соответствуют пунктам 1 и 2 раздела области исследования паспорта данной специальности: п. 1. «Процессы физико-химической обработки материалов, включая комбинированную и высокоэнергетическую обработку материалов с наложением различных энергетических воздействий и использованием возникающих при этом физических, химических, электромагнитных и других эффектов»; п. 2. «Процессы формирования и направленного изменения свойств материалов (структурно-фазовые превращения), поверхностных слоев деталей методами физико-химической обработки, в том числе нанесением покрытий, поверхностным легированием и др. Методы управления технологическими режимами воздействия на материал заготовки в процессах формообразования поверхностей деталей».

2. Актуальность темы диссертации

Разработка и применение новых медицинских изделий всегда является актуальным, так как это связано со здоровьем человека. В тоже время к данному виду продукции предъявляются достаточно жесткие требования, особенно к

*Вх. № 11-52/113
от 05.01.2024*

медицинским инструментам, контактирующим с системой кровообращения, к которым и относятся ступенчатый концентратор-волновод трубчатого типа (СКВТТ). Существующие процессы получения таких длиномерных изделий малого диаметра, основанные только на пластических методах либо механической обработке, имеют ряд недостатков, не позволяющих изготавливать ступенчатые концентраторы-волноводы трубчатого типа с заданными параметрами точности и качества рабочих поверхностей. С учетом этого, вполне обоснованной и актуальной является разработка комбинированной технологии, основанной на сочетании методов как механической, так физико-технической и химической обработки.

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

Результаты, полученные и представленные в диссертационной работе, содержат элементы научной новизны, которые по своей значимости и обоснованности соответствуют уровню кандидатской диссертации. Новизна результатов исследований и научных положений заключается в следующем:

1. Аналитически установлены и экспериментально подтверждены оптимальные технологические режимы безправочного волочения тонкостенной трубки малого диаметра с целью формообразования ступенчатых поверхностей с заданной точностью геометрических размеров рабочих поверхностей и с одновременным упрочнением материала. Показано влияние параметров деформации на усилие волочения, микроструктуру и микротвердость материала.

2. Установлены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния материала путем численного компьютерного моделирования процессов раздачи и обжима трубки при формообразовании сферической дистальной части наконечника СКВТТ. Получены рациональные технологические режимы данных процессов: для достижения требуемого профиля (без перегрева, разрушения и потери устойчивости заготовки).

3. Установлено влияние концентрации и расхода электролита и значений рабочего напряжения на точность размеров и форму боковых микроотверстий в процессе электрохимической их прошивки. Определены рациональные технологические режимы, обеспечивающие интенсивное удаление продуктов анодного растворения из межэлектродного промежутка и стабильное протекание процесса получения микроотверстий с требуемой точностью размеров и правильной формы со сглаженными краями без острых кромок.

4. Предложены новые технические решения и определены температурно-скоростные и временные параметры процесса химической в кислотной среде внутренних поверхностей СКВТТ для качественного удаления окалина, повышения коррозионной стойкости с отсутствием очагов питтинговой и межкристаллитной коррозии, загрязнений зоны обработки продуктами растворения и закупоривания внутреннего канала СКВТТ.

5. Экспериментально определены и обоснованы температурно-временные параметры электролитно-плазменной обработки при очистке и

полировании наружных поверхностей СКВТТ в солевом электролите, необходимые для полного удаления окалина, снижения параметра шероховатости, обеспечения точности размеров, повышения коррозионной стойкости и придания поверхности СКВТТ однородного без существенного съема материала.

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

Проведенные в диссертационной работе исследования подтверждены выполненными расчетами, которые согласуются с результатами экспериментов. Также для процессов обжима и раздачи трубки при формировании рабочего наконечника СКВТТ выполнено численное компьютерное моделирование, что повысило как точность полученных результатов, так и сделанные на их основе рекомендации и упростило порядок проведения экспериментальных исследований.

Проделанные в работе измерения базируются на общепринятых научных методологиях стандартными методами: макро- и микроструктурный анализ, оптические бесконтактные методы измерения формы, размеров и шероховатости, физико-химические методы исследований свойств материалов и др.

Следует отметить, что в работе для подтверждения теоретических выводов при участии диссертанта спроектировано, изготовлено и использовано в экспериментах оригинальное технологическое оборудование, инструмент и техоснастка.

Технологический процесс получения СКВТТ используется на Государственном предприятии «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» для комплектации ультразвуковых установок медицинского назначения, которые нашли применение в учреждениях здравоохранения в технологии лечения пациентов с синдромом диабетической стопы для воздействия на кровеносные сосуды.

Материалы по диссертации, использованные научные методы, приведенная информация из печатных и электронных источников, проведенные контрольные санитарно-гигиенические и технические испытания СКВТТ сертифицированными республиканскими органами и лабораториями, апробация технологических результатов на практике, применение СКВТТ в клиниках, опубликованные статьи автора дают основание признать результаты его исследования достоверными и достаточно обоснованными.

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

Научная значимость результатов диссертационного исследования заключается в решении научной задачи и выполненных разработок, которые включает в себя:

– Результаты расчетов и экспериментальных исследований влияния относительного обжатия, коэффициента вытяжки на силовой режим, микроструктуру и упрочнение материала при безоправочном волочении тонкостенной малого диаметра трубки.

– Численную компьютерную модель формообразования сферической дистальной части концентратора-волновода с осевым отверстием в процессе раздачи и обжима тонкостенной малого диаметра трубки, учитывающая закономерности изменения показателей напряженно-деформированного состояния материала, характер изменения размеров для получения изделия заданного профиля.

– Результаты экспериментальных исследований процесса электрохимической прошивки боковых микроотверстий в тонкостенной сферической дистальной СКВТТ, определяющие влияние технологических параметров на точность размеров и форму микроотверстий, на стабильность и интенсивность удаления продуктов анодного растворения из межэлектродного промежутка.

– Результаты экспериментальных исследований влияния технологических режимов на химическую очистку внутренних поверхностей канала СКВТТ от окалина новым способом, при котором обработка ведется путем прокачки через канал смеси кислот.

– Результаты экспериментальных исследований влияния временных параметров на очистку и полирование наружных поверхностей СКВТТ в процессе электролитно-плазменной обработки в солевом электролите.

Практическая значимость.

Разработанные в рамках диссертационного исследования технологический процесс и опытно-экспериментальное оборудование и приспособления использовались при выполнении инновационных проектов, заданий по научно-исследовательским работам и внедрены на ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» при изготовлении СКВТТ для внутреннего ультразвукового воздействия на кровеносные сосуды в соответствии с разработанной с участием Дай Вэньци конструкторской и технологической документации: акустическая система; технологический процесс изготовления изделия «Трубчатый волновод».

В соответствии с представленным актом внедрения Государственным предприятием «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» с применением разработанного оборудования и технологического процесса изготовлено и поставлено в клиники РБ более 30 единиц ультразвуковых ступенчатых концентраторов волноводов трубчатого типа, которые прошли санитарно-гигиенические и технические испытания и успешную апробацию в учреждениях здравоохранения Республики Беларусь.

Экономическая значимость заключается:

- во внедрении технологии изготовления СКВТТ и участие в создании рентабельного производства на ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»;

- в использовании разработанных СКВТТ в новой лечебной технологии в клинической практике более экономически выгодной и эффективной по сравнению с существующими методами лечения кровеносных сосудов.

Социальная значимость состоит:

- в создании медицинского инструмента для проведения малоинвазивных операций, в отличие от открытых хирургических и медикаментозных коррекций, более эффективных и безопасных в плане разрушения внутрисосудистых тромбов, а также способствующих значительному улучшению эласто-механических свойств стенки кровеносного сосуда.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационной работы изложены в 6 печатных работах, в том числе 3 статьях в изданиях, соответствующих п. 19 Положения «О присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», включенных в перечень ВАК (2,5 авторских листа), 3 статьях и тезисах докладов в сборниках материалов международных конференций.

Основные положения диссертации доложены автором и обсуждены на 10 Международных и Республиканских научно-технических форумах и конференциях.

7. Замечания по диссертации

Считаю необходимым отметить следующие замечания по диссертационной работе:

1. В первой главе диссертации в аналитическом обзоре соискатель приводит описание процесса безправочного волочения труб из нержавеющей стали с использованием ультразвука, в которых установлено положительное влияние на физико-механические свойства и качество поверхности материала ультразвуковых колебаний. Однако в технологических экспериментах автор не использовал ультразвук. Как рекомендация автору в будущем при дальнейшем внедрении рассмотреть возможность модернизировать технологическую операцию формирования ступенчатых поверхностей СКВТТ, используя ультразвук.

2. Для изделий медицинского назначения, к которым относится и объект исследования по диссертационной работе – СКВТТ, очень важным параметром является ресурс его работы (наработка от начала его эксплуатации до достижения им предельного состояния). Особенно это актуально для ультразвуковых гибких тонких длинномерных волноводов. В работе не исследован и не приводится данный параметр

3. В первой главе при анализе существующих технологий редуцирования труб рассматривается только волочение и правка. Следовало бы уделить внимание таким процессам как продольная, винтовая и пильгерная прокатки, ротационное выдавливание, ротационнаяковка;

4. Не совсем корректен термин «Технологическое обеспечение» применительно к данной работе. Правильно было бы использовать «Технологический процесс» и «Технологические режимы». «Технологическое обеспечение» термин более широкий и предполагает организационное, информационное и техническое единство технологических работ, выполняемых на стадиях разработки и производства продукции;

5. Автор приводит достаточно много новых технологий и технических решений в оборудовании, но ни одно из них не защищено патентами;

6. Представленные в разделе 3.2 уравнения, используемые в методе конечных элементов (3.2...3.22) являются общеизвестными и не несут в себе новизны;

7. В расчетах и моделировании не учитывалось влияние тангенциальных напряжений, вызванных силами трения, которые в значительной степени влияют на схему напряженно-деформированного состояния, и как следствие на технологическую пластичность;

8. Судя по описанию экспериментальной установки деформирующий инструмент совершает поступательное и вращательное движение. Из текста диссертации не ясно, учитывалось ли это в расчетах и компьютерном моделировании. Интересным, на наш взгляд, было бы исследование влияния скорости вращения инструмента и состав смазок на режимы раздачи и обжима;

9. В работе представлен очень большой объем экспериментальных исследований, но отсутствуют методы планирования эксперимента и статистической обработки полученных данных;

10. Все статьи автора опубликованы в одном научно-техническом журнале, что не способствует ознакомлению с результатами широкой научной общественностью;

11. Не представлен расчет экономического эффекта от внедрения разработанных технологий.

Однако сделанные замечания не касаются положений, выносимых на защиту, и не снижают общую положительную оценку работы.

8. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации соответствует требованиям Инструкции о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикации по теме диссертации.

Стиль изложения соответствует требованиям, предъявляемым к написанию научно-технических публикаций и включает как описание и результаты исследований, так и информацию об используемом оборудовании и методиках выполнения исследований. Диссертационная работа хорошо структурирована и иллюстрирована, оформлена с использованием современных компьютерных программных средств. Качество оформления работы хорошее.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и не включает материалов, не вошедших в диссертационную работу. Общая характеристика работы и заключение, приведенные в диссертации и автореферате, идентичны. На все публикации, в которых отражены положения, выносимые на защиту, имеются ссылки в заключении диссертации и автореферата.

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

Анализ диссертационной работы Дай Вэньци, ее автореферата и опубликованных работ по теме диссертации, личное общение с автором подтверждают высокую профессиональную и научную квалификацию соискателя в области технологий обработки материалов. Диссертант прекрасно владеет практическими квалификациями при эксплуатации технологического и исследовательского оборудования, владеет современными методами исследований.

Уровень решения поставленных научных задач и выполненных диссертационных исследований свидетельствует о том, что квалификация Дай Вэньци соответствует квалификации кандидата технических наук.

Заключение

Выполненная оценка степени новизны результатов кандидатской диссертации, проведенный анализ обоснованности и достоверности ее положений, научной и практической значимости выводов дают основания рекомендовать диссертацию Дай Вэньци к защите на соискание ученой степени.

Диссертация Дай Вэньци является законченной научной работой и соответствует требованиям п. 20 и 21 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь.

Дай Вэньци достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки за выполнение комплекса научно-исследовательских работ, направленных на разработку технологии и оптимизации режимов комбинированного формообразования СКВТТ при его изготовлении, включающих:

установление оптимальных технологических параметров формообразования ступенчатых поверхностей безоправочным волочением за

пять проходов (относительное обжатие 0,08...0,12, коэффициент вытяжки 1,09...1,13), процессов раздачи и обжима с обеспечением получения заданной формы и точностью размеров и упрочнение материала за счет оптимизации технологического маршрута путём расчета и экспериментального и имитационного моделирования исследуемых процессов;

установление температурно-скоростных параметров (температура 25°C, расход электролита 0,4 мл/мин, время обработки 10 мин.) очистки внутренних поверхностей без формирования очагов коррозии;

установление и оптимизации параметров электролитно-плазменной обработки, при которых в процессе обработки одновременно обеспечивается полное удаление окалина, придание поверхности СКВТТ однородного блеска, и снижение шероховатости при съеме металла до 0,1 мм;

определение зависимости геометрических параметров микроотверстия от режимов электрохимической прошивки. Показано влияние концентрации и расхода электролита и значений рабочего напряжения на точность размеров и формы микроотверстий диаметром $0,3 \pm 0,05$ мм,

что в совокупности позволило разработать и внедрить в Государственном предприятии «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»» технологию, создать экспериментальное оборудование для изготовления ступенчатого концентратора-волновода трубчатого типа и поставить в клиники РБ более 30 единиц изделий.

Зав. кафедрой «Машины и технология
обработки металлов давлением им. С.И. Губкина»
Белорусского национального технического университета,
доктор технических наук, профессор

В.А. Томило

Отзыв получен 05.12/24

Секретарь совета

Д (подпись 0.11)

С отзывом ознакомлен 05.01.2024г

Виталий Дени Власов

