



«УТВЕРЖДАЮ»  
Ректор УО «Белорусский  
государственный технологический  
университет»

И.В.Войтов

« 04 » января 2024 г.

## ОТЗЫВ

### оппонирующей организации

учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет»  
на диссертационную работу Дай Вэньци  
«Технологическое обеспечение комбинированного формообразова-  
ния ступенчатых концентраторов-волноводов трубчатого типа для  
ультразвукового воздействия на кровеносные сосуды с заданными  
параметрами точности и качества рабочих поверхностей», представ-  
ленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механиче-  
ской и физико-технической обработки

Экспертом по кандидатской диссертации на основании приказа Ректора БГТУ И.В. Войтова № 654 от 27.12.2023 г. назначен заведующий кафедрой ма-  
териаловедения и проектирования технических систем кандидат технических  
наук, доцент Куис Дмитрий Валерьевич.

#### ***1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по ко- торым она представлена к защите***

Объект исследования диссертационной работы Дай Вэньци является сту-  
пенчатый концентратор-волновод трубчатого типа (далее – СКВТТ) для ультра-  
звукового воздействия на стенки кровеносных сосудов, предмет исследования –  
технологическое обеспечение комбинированного формообразования СКВТТ с  
заданной точностью и качеством рабочих поверхностей для ультразвукового  
воздействия на стенки кровеносных сосудов.

В работе выполнены расчеты, численное моделирование и эксперимен-  
тальные исследования процессов безправочного волочения, раздачи и обжима,  
электрохимической прошивки, химической очистки и электролитно-плазменной  
обработки поверхностей, которые в полной мере соответствуют пунктам 1 и 2  
раздела «области исследования» паспорта специальности 05.02.07 – Технология  
и оборудование механической и физико-технической обработки: п. 1. «Процессы  
физико-химической обработки материалов, включая комбинированную и

*вх. № 11-52/115  
от 05.01.2024*

высокоэнергетическую обработку материалов с наложением различных энергетических воздействий и использованием возникающих при этом физических, химических, электромагнитных и других эффектов» и 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», что позволяет отнести рассматриваемую диссертацию к данной специальности.

## ***2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости***

Дай Вэньци выполнил расчеты, провел технологические исследования и установил влияние характеристик деформации на силовые параметры процесса, структуру и механические свойства материала при формировании СКВТТ методом безправочного волочения тонкостенной малого диаметра трубки из стали 12X18H9, что позволило ему определить оптимальные технологические режимы процесса. Разработав численную модель, автор установил показатели, характеризующие напряженно-деформированное состояние материала и закономерности изменения размеров и рациональные диапазоны технологических режимов формообразования раздечей и обжимом сферической дистальной части СКВТТ.

Также в работе проведены экспериментальные исследования процесса электрохимической прошивки боковых микроотверстий в тонкостенной сферической дистальной части СКВТТ и определено влияние параметров процесса на форму и размеры микроотверстий и установлены их рациональные значения при формировании микроотверстий с заданной микрогеометрией и точностью размеров. В работе разработан и предложен оригинальный способ химической очистки от окалины внутреннего канала СКВТТ малого диаметра на проток, обоснован выбор состава кислотной среды и установлено влияние температурно-скоростных параметров процесса на микрогеометрию, качество и коррозионную стойкость внутренней поверхности СКВТТ.

Дай Вэньци провел экспериментальные исследования процесса электролитно-плазменной обработки наружных поверхностей СКВТТ и определил влияние временных параметров процесса на изменение геометрических размеров и качество поверхности и установил их рациональные значения для достижения заданной точности размеров, получения требуемой микрогеометрии и коррозионной стойкости наружной поверхности СКВТТ.

Выполненный автором комплекс исследований позволил ему разработать технологическое обеспечение комбинированного формообразования СКВТТ с достижением технических требований (точности размеров, формы и качества поверхностей) и с формированием физико-механических свойств, отвечающих

условиям эксплуатации изделия при ультразвуковом воздействии на кровеносные сосуды.

***3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук***

К наиболее важным экспериментальным и теоретическим результатам можно отнести следующие:

– установлены количество минимальных переходов с промежуточной термической обработкой и усилие безоправочного волочения тонкостенной малого диаметра трубки в процессе формообразования ступенчатых СКВТТ, позволяющие достигать требуемой геометрии у изделия с обеспечением заданной точности ее размеров, одновременно управлять механическими характеристиками материала за счет деформационного упрочнения с формированием аксиальной текстуры у материала при отсутствии в процессе волочения потери устойчивости поперечного сечения, обрывности и образования ужимов трубки;

– разработана численная компьютерная модель процессов раздачи и обжима тонкостенной малого диаметра трубки при формообразовании сферической дистальной части СКВТТ, характеризующая напряженно-деформированное состояние материала и определяющая закономерности изменения размеров изделия;

– установлено влияние температурно-скоростных параметров электрохимической прошивки на точность размеров и форму боковых микроотверстий в тонкостенной сферической дистальной части, предложены оптимальные параметры процесса, обеспечивающие его стабильность и полное удаление продуктов анодного растворения из зоны обработки;

– определены закономерности влияния температурно-скоростных и временных параметров на процесс химической очистки поверхности изделия разработанным новым методом путем прокачки кислотной смеси через внутренний малого диаметра канал СКВТТ, оптимизирован состав кислотной смеси и установлены режимы, исключаящие загрязнение зоны обработки продуктами растворения и закупоривание внутреннего канала, обеспечивающие качественное удаление окалины, отсутствие очагов питтинговой и межкристаллитной коррозии и повышающие коррозионную стойкость поверхности материала.

– обоснованы температурно-временные параметры электролитно-плазменной обработки при очистке и полировании наружных поверхностей СКВТТ в солевом электролите без существенного съема материала, необходимые для полного удаления окалины и повышения коррозионной стойкости с достижением заданной точности размеров, параметра шероховатости и придания поверхности СКВТТ однородного блеска.



Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 6 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК (2,5 авторских листа), 2 статьи в материалах 1 тезисы доклада международных конференций.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационного исследования, сформулированные положения и выводы.

#### **4. Замечания**

1. В представленном на рисунке 1.2 чертеже типового ступенчатого концентратора-волновода трубчатого типа следовало бы привести технические требования к материалу изделия.

2. Формула 3.25 для расчета скорости потока кислотной среды, с которой она будет огибать образец, описывает только радиальную составляющую скорости. В тоже время в магнитной мешалке кислотная среда движется и в осевом направлении, что также следовало бы учесть данный фактор при оценке коррозионной стойкости материала образцов.

3. Для оценки степени и характера термической коррозии поверхности трубки автор использует качественный визуальный метод исследования на стерео микроскопе. Для увеличения точности следовало бы провести количественную оценку микроструктурными методами исследования.

4. В описании технологической операции электролитно-плазменной обработки в 4 главе диссертации для использования на практике следовало бы дополнить параметры технологического режима значениями рабочего напряжения и плотности тока.

5. Единицы измерения микротвердости материала заготовок СКВТТ после ОМД указаны не корректно.

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не снижают общий высокий уровень диссертационной работы

#### **5. Рекомендации по практическому применению результатов**

Разработанные в рамках диссертационного исследования технологический процесс и опытно-экспериментальное оборудование: приспособления и технологическая оснастка и оборудование 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

Государственным предприятием «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» с применением разработанного оборудования и технологического процесса изготовлено и поставлено в клиники РБ более 30 единиц ультразвуко-

вых СКВТТ, которые прошли санитарно-гигиенические и технические испытания и успешную апробацию в учреждениях здравоохранения Республики Беларусь.

Применение результатов работы связано с разработкой и внедрением в клиническую практику принципиально нового метода восстановления сосудистой проходимости и податливости сосудистой стенки.

#### ***6. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени кандидата технических наук***

Диссертационная работа «Технологическое обеспечение комбинированного формообразования ступенчатых концентраторов-волноводов трубчатого типа для ультразвукового воздействия на кровеносные сосуды с заданными параметрами точности и качества рабочих поверхностей» представляет собой завершенную квалификационную научно-исследовательскую работу, удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и соответствует пп. 20, 21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий».

Автор диссертационной работы Дай Вэньци является сложившимся высококвалифицированным специалистом в области технологий механической и физико-технической обработки материалов и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки за новые научно обоснованные технологические и экспериментальные результаты, включающие:

- установление технологических параметров безопрывочного волочения ступенчатых поверхностей, обеспечивающих получение поверхностей заданной формы с требуемой точностью размеров и деформационное упрочнение материала;

- определение закономерности изменения показателей, характеризующих напряженно-деформированное состояние материала, полученные методом математического моделирования и оптимизацию технологических режимов процессов раздачи и обжима;

- определение зависимости геометрии и точности размеров прошиваемого микроотверстия от параметров электрохимической прошивки на дистальной части СКВТТ;

- установление температурно-скоростных режимов химической очистки на проток внутренних поверхностей, обеспечивающие отсутствие очагов питтинговой и межкристаллитной коррозии и позволяющие качественно очистить поверхность без формирования очагов коррозии;

- установление временных параметров электролитно-плазменной обработки, при которых одновременно обеспечивается полное удаление окалины,

придание поверхности СКВТТ однородного блеска, и снижение шероховатости без существенного съема металла.

Устный доклад соискателя ученой степени Дай Вэньци, отзыв эксперта по диссертации заведующего кафедрой материаловедения и проектирования технических систем кандидата технических наук, доцента Куис Дмитрия Валерьевича заслушаны и обсуждены на заседании расширенного научного собрания кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники БГТУ (протокол №7 от 4 января 2024 г.).

Присутствовало 23 человека, из них 5 докторов наук.

Результаты открытого голосования: «за» – 23, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Председатель расширенного научного собрания кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники БГТУ, химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники, кандидат химических наук, доцент

А.А.Черник

Эксперт по диссертационной работе, заведующий кафедрой материаловедения и проектирования технических систем, кандидат технических наук, доцент

Д.В.Куис

Секретарь, доцент кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники, кандидат технических наук, доцент

С.Л.Радченко

*Отзыв получен 05.12.24*

*Секретарь совета*

*Д (Двойня О.И.)*

*С отзывом ознакомлен 05.01.2024г.*

*Дай Вэньци*