

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора медицинских наук, профессора Шаталова Константина Валентиновича на диссертацию Бучнева Александра Сергеевича «Генерация пульсирующего потока в роторных насосах крови (разработка метода и исследование *in vitro*)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.01.24 - трансплантология и искусственные органы.**

### **Актуальность темы диссертации**

При комплексном лечении больных с терминальной сердечной недостаточностью в последние десятилетия стали сравнительно широко использоваться различные методы механической поддержки кровообращения. Это позволяет в значительной степени снизить смертность и улучшить качество жизни пациентов, находящихся в «листе ожидания» на трансплантацию сердца. Наибольшее применение в клинической практике нашли имплантируемые насосы неппульсирующего потока. Очевидны их преимущества перед пульсирующими насосами – сравнительно небольшие массо-габаритные размеры, высокая надежность, большой ресурс и малое потребление энергии. Однако, длительное применение систем насосов неппульсирующего потока приводит к развитию ряда осложнений: - возникновению желудочно-кишечных нехирургических кровотечений, вызванных синдромом Von Willebrand, который связывают с деструкцией высокомолекулярных мультимеров; - относительного ухудшения коронарного кровотока; - дисфункции аортального клапана; - неполной «разгрузке» левого желудочка сердца; - ухудшению микроциркуляции стенки артериальных сосудов, что может привести к деструкции стенки аорты.

В связи с этим разрабатываемая исследователем система генерации пульсирующего потока без изменения скорости оборотов насоса является актуальной задачей, решение которой будет способствовать применению одной

из эффективных технологий лечения терминальной сердечной недостаточности.

Учитывая данные положения, можно утверждать, что диссертационная работа Бучнева А.С. является актуальной и важной для медицинской отрасли и в частности для трансплантологии и сердечно-сосудистой хирургии. Необходимо отметить чрезвычайную сложность решения данной задачи, требующей проведение большого объема математических и программных расчетов, а также изготовления модели и ее исследования на гидродинамических стендах. В разработке прототипа системы генерации пульсирующего потока диссертант принимал непосредственное участие на всех этапах проектирования.

### **Научная новизна**

В диссертационной работе разработана 3-х мерная компьютерная модель, с использованием которой выбрана оптимальная конструкция системы генерации пульсирующего потока для взрослой и детской возрастной группы.

Разработаны и обоснованы методики исследований влияния роторных насосов на гемолитические характеристики в условиях нормы и патологии левого желудочка сердца, с использованием оригинального гидродинамического стенда.

Автором предложен, разработан и внедрён в научно-исследовательскую практику гидродинамический стенд для исследования значений аортальной пульсации получаемых при работе роторных насосов в обходе левого желудочка сердца, искусственного сердца и сердечно-легочного обхода в режимах обеспечивающих постоянный и пульсирующий потоки.

### **Практическая значимость работы**

Разработанные методики гидродинамических и гематологических исследований могут использоваться в практике при разработке новых систем генерации пульсирующего потока вспомогательного кровообращения.

Реализован блок управления электромагнитным клапаном с минимизацией энергопотребления, обеспечивающий кардиосинхронизированную работу системы генерации пульсового потока в режиме сопультации.

Результаты исследования внедрены в практику лаборатории биотехнических систем ФГБУ «НМИЦ ТиИО им.В.И.Шумакова» МЗ РФ, АО «Научно-исследовательский институт технической физики и автоматизации», ООО «Дона - М» и ООО «Биософт - М».

### **Оценка содержания и завершенности диссертации, достоверности результатов и выводов**

Диссертационная работа изложена на 126 страницах машинописного текста и содержит введение, обзор литературы, главу посвященную разработке и реализации метода генерации пульсирующего потока роторных насосов крови, главу с описанием методов исследования и главу результатов экспериментальных исследований, а также заключение, выводы, список литературы, который включает 141 источник, в том числе 6 отечественных и 135 зарубежных. Диссертация иллюстрирована 60 рисунками и 6 таблицами.

**Во введении** сформулированы актуальность, цель и задачи, представлена оценка научной новизны и практической значимости диссертации. Корректно сформулированы 4 положения, выносимые на защиту. Сформулированные автором задачи логичны и полностью соответствуют поставленной в исследовании цели.

**Первая глава** – обзор литературы – написана последовательно и логично. Подробно обсуждаются преимущества систем вспомогательного кровообращения неппульсирующего потока по сравнению с системами пульсирующего потока. Подробно изложены основные направления научных исследований, направленные на решение проблемы создания пульсирующего потока крови. Обзор литературы подводит читателя к оценке поставленной цели и задач исследования и формирует представление о необходимости и

значимости проводимого исследования. В целом обзор литературы представляет самостоятельный интерес, может рассматриваться как отдельный научный труд, который позволил диссертанту обосновать целесообразность предпринятого исследования.

К недостаткам обзора литературы стоит отнести применение излишних терминологических сокращений, которые делают невозможным читать обзор. Часто используются придуманные автором сокращения, не согласующиеся с общепринятыми. Авторы, приводимые в обзоре литературы, достойны инициалов, соавторы не должны называться «и др.». Обзор литературы практически полностью игнорирует отечественных авторов, работающих по этой проблеме.

**Вторая глава** посвящена подробному описанию биоэнергетики сердца и периферического кровообращения в условиях неп пульсирующего и пульсирующего потока. Анализ энергетической разгрузки миокарда в условиях вспомогательного кровообращения основан не на принятой оценке вычисления площади под замкнутой внутрижелудочковой кривой давление-объем, а определения индекса напряжения ТП, определяющего внутреннюю энергетику миокарда согласно экспериментальным работам E. Braunwald и работам посвященным оценке эффективности внутриаортального насоса-баллончика.

В главе для сравнительной оценки эффективности артериального пульса и микроциркуляции в условиях пульсирующего и неп пульсирующего потока крови справедливо выбраны индекс пульсации, и индексы эквивалентной энергии давления и избыточной гемодинамической энергии.

**Третья глава** посвящена непосредственно методу и разработке системы генерации пульсирующего потока. Четко сформулирован принцип метода генерации пульсирующего потока, ясно и подробно описаны основные этапы проектирования системы генерации пульсирующего потока роторных насосов.

Этапы проектирования системы генерации пульсирующего потока представляют собой отдельные подглавы, в которых подробно и

последовательно описаны шаги создания системы: 1 - создание основных узлов системы, 2- разработка и создание блока электронного управления электромагнитным клапаном.

**Четвертая и Пятая главы** посвящены подробному описанию методов исследования, использованных при разработке системы генерации пульсирующего потока. Автор использует метод 3-х мерного компьютерного моделирования, для оптимизации конструкции рециркуляционного канала, позволивший получить удовлетворительные показатели сдвиговых напряжений, зон стагнации и рециркуляции; методы стендовых исследований, с помощью которых были получены энергетические и гематологические характеристики системы генерации пульсирующего потока;

Использованные в работе методы исследования современные, адекватны поставленным задачам, позволяют получать квалифицированные и достоверные результаты.

**Шестая глава** посвящена описанию исследования модели системы генерации пульсирующего потока на разработанных гидродинамических стендах. На гидродинамическом стенде достоверно точно воспроизведены условия нормы и сердечной недостаточности для взрослой и детской возрастной группы. На фоне моделирования сердечной недостаточности на гидродинамическом стенде проведены сравнительные исследования неппульсирующего и пульсирующего потока, создаваемого роторными насосами при постоянной скорости оборотов ротора в различных методах подключения насоса (обхода левого желудочка сердца, искусственного сердца и сердечно- легочного обхода). Данные исследования подтвердили эффективность предложенного метода генерации пульсового потока в роторных насосах. Исследования индуцированного гемолиза показали, что травма форменных элементов крови по прошествии 3-х часов испытания, была в пределах нормы, а основное влияние на кровь исходило из повышения скорости оборотов насоса в пульсирующем режиме.

**Главы «Заключение» и «Выводы»** отражают все основные аспекты исследования. В «Заключении» убедительно изложена причина выбора данного направления для исследования, описаны основные важные моменты исследования.

По результатам исследования был проведен тщательный статистический анализ полученных данных, достоверность результатов не вызывает сомнений.

Выводы логически вытекают из анализа полученных результатов, обоснованы и полностью соответствуют поставленным задачам.

Диссертационная работа написана классическим литературным языком, к сожалению содержит большое количество опечаток, четко структурирована, представленные наблюдения уместны, интересны для клиницистов, соответствуют изучаемой проблеме. Полученные данные иллюстрированы рисунками и таблицами в достаточном объеме.

#### **Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из них 3 статьи в центральных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, дополнительно получен патент на изобретение (регистрационный № 2683069 от 26.08.2019).

Основные положения диссертационной работы заслушаны и обсуждены на XIX Ежегодной сессии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, 18-20 мая 2015 г., IX Всероссийском съезде трансплантологов ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России, г. Москва, 17-19 сентября 2018 г., XLV ESAO Congress Artificial Organs, Madrid, Spain. 12-15 сентября 2018 г.

## **Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, в кратком изложении содержит все данные, полученные в ходе исследования, необходимые для формулировки выводов.

### **Замечания и вопросы**

Диссертация включает в себя 141 наименование списка используемой литературы из них 6 отечественных и 135 зарубежных. При написании данной работы отражено малое количество отечественных источников.

Предложенная автором конструкция электромагнитного клапана не может найти приложения в имплантируемых системах, что следует отразить в выводах и заключении.

Вопросы носят дискуссионный характер и не влияют на положительную оценку диссертации в целом.

### **Заключение**

Диссертационная работа Бучнева Александра Сергеевича «Генерация пульсирующего потока в роторных насосах крови (разработка метода и исследование *in vitro*)», представленная на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 14.01.24 – трансплантология и искусственные органы, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-практическая задача развития систем механической поддержки кровообращения на базе роторных насосов неппульсирующего потока.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости научных результатов диссертационная работа Бучнева А.С. «Генерация пульсирующего потока в роторных насосах крови (разработка метода и исследование *in vitro*)», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук

согласно п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года (в редакции Постановления Правительства №335 от 21 апреля 2016 года), а ее автор – Бучнев Александр Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.01.24 трансплантология и искусственные органы.

Руководитель отделения неотложной хирургии  
врожденных пороков сердца  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения «Национальный медицинский  
исследовательский центр сердечно-сосудистой  
хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации.  
доктор медицинских наук, профессор



Шаталов К.В.

Подпись д.м.н., профессора Шаталова Константина Валентиновича  
ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь ФГБУ «НМИЦ ССХ  
им.А.Н. Бакулева» МЗ РФ  
доктор медицинских наук



Сокольская Н.О.

11.11.2019

Почтовый адрес: 121552, Москва, Рублёвское шоссе, д.135

Телефон: 8 (495) 414 -75-71

Электронная почта: [info@bakulev.ru](mailto:info@bakulev.ru)

Адрес в сети интернет: <http://www.bakulev.ru>