

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора медицинских наук Барбухатти Кирилла Олеговича 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

Сердечно-сосудистые заболевания уносят жизни не только пожилых людей, но и зачастую относительно молодых людей в расцвете творческих сил. Следует отметить, что среди людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, большой процент составляют пациенты практически неизлечимые с помощью обычных хирургических и терапевтических средств. Проблема дефицита донорских сердец останется актуальной, даже при увеличении числа реципиентов. Устройства механической поддержки кровообращения в большинстве наблюдений выполняют роль «моста к трансплантации сердца». В последнее время эти системы используются в качестве «длительной терапии» с потенциальным многолетним сроком работы.

Среди всех конструкций устройств поддержки кровообращения сердца наибольшее распространение в клинической практике нашли роторные насосы неппульсирующего потока в силу ряда их преимуществ перед насосами пульсирующего потока (меньший вес, габариты, более высокая надежность и ресурс). Несмотря на указанные преимущества малопульсирующий поток, генерируемый такими насосами, связан с рядом негативных явлений при длительном их применении (желудочно-кишечные кровотечения, недостаточность аортального клапана, низкая разгрузка миокарда по давлению и т.д.). В связи с этим создание системы генерации

пульсирующего потока на базе насосов постоянного потока, обеспечивающих более физиологическую артериальную пульсацию является актуальной и одним из приоритетных направлений данной работы.

### **Научная новизна**

В процессе реализации диссертационной работы с учетом современных подходов к разработке, автором впервые предложены, разработаны и внедрены методика и система генерации пульсирующего потока в роторных насосах крови без изменения скорости оборотов насоса.

Разработан прототип блока управления электромагнитным клапаном, в которой введена схема регулируемой задержки, позволяющая сдвигать по фазе управляющий импульс относительно сердечного выброса, включая реализацию режима контрпульсации.

Автором проведены компьютерные исследования оригинальной 3-х мерной математической модели, на основе которой выбрана оптимальная конструкция системы генерации пульсирующего потока для взрослой и детской возрастной группы.

Таким образом, диссертационная работа Бучнева Александра Сергеевича «Генерация пульсирующего потока в роторных насосах крови (разработка метода и исследование *in vitro*)» на соискание ученой степени кандидата биологических наук является актуальной и представляет большой научно-практический интерес.

### **Практическая значимость работы**

Автором разработан гидродинамический стенд сердечно-сосудистой системы взрослой и детской возрастной группы, для исследования функции роторных насосов в режимах пульсирующего и неппульсирующего потоков жидкости при моделировании физиологической нормы и сердечной

недостаточности в режимах обхода левого желудочка сердца, искусственного сердца и сердечно- легочном обходе.

Разработана методика и проведена серия гемолизных испытаний роторного насоса в режиме неппульсирующего и пульсирующего потока крови, результаты исследования показали высокую биосовместимость данной системы с точки зрения минимизации гемолиза.

Результаты исследования внедрены в практику лаборатории биотехнических систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

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

Диссертационная работа написана по традиционной схеме в классическом стиле, изложена на 126 страницах компьютерного набора и состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, главу посвященной разработке и реализации метода генерации пульсирующего потока роторных насосов крови, материалы и методы, результаты, а также заключение, выводы. Список использованной литературы, включает 141 источник, в том числе 6 отечественных и 135 зарубежных. Диссертация иллюстрирована 60 рисунками и 6 таблицами.

**Во введении** автором описывается актуальность проведения исследования, сформулированы цель и задачи исследования. Научная новизна и практическая значимость описаны подробно и четко, не вызывают сомнения.

**Обзор литературы** – достаточен по своему содержанию, оформлен грамотно, содержит литературные данные о основных вопросах, затрагиваемых в диссертационном исследовании. Написана последовательно, логично и

подробно. Автор ссылается на мировые исследования, проводимые по данной проблеме, характеризующиеся высокой степенью доверия. Обзор литературы четко систематизирован, заключения логичны, подчеркивает значимость проводимого исследования.

**Вторая глава** посвящена анализу энергетики сердца в условиях вспомогательного кровообращения. Хочется отметить новый подход, предложенный в работе для оценки энергетики сердца в условиях обхода левого желудочка сердца, основанный на том, что эффективность работы насоса определяется не изменением площади внутрижелудочковой кривой давление-объем, а на основании расчета индекса tension-time index.

**В третьей главе** автором предложена методика генерации пульсирующего потока роторных насосов крови, основанная на создании обходного канала, подключенного параллельно насосу, с управляемым электромагнитным клапаном. Данная глава посвящена реализации метода путем создания педиатрической и взрослой системы генерации пульсирующего потока, позволяющая значительно повысить артериальную пульсационную по сравнению с работой насосов в неппульсирующем режиме. Одним из аспектов данной системы генерации пульсирующего потока затронутых в данной главе, является надежная работа и быстроедействие электромагнитного клапана. Глава насыщена рисунками, существенно облегчающими восприятие материала.

В отдельную главу выделена методика компьютерного моделирования системы генерации пульсирующего потока. В результате проведенного исследования автором была произведена оценка сдвиговых напряжений и динамика потока крови взрослой и детской модели системы, минимальные значения которых позволяют определить оптимальные параметры работы системы. Результаты 3-х мерного компьютерного моделирования системы подтверждают минимизацию сдвиговых напряжений и отсутствия зон стагнации и рециркуляции потока жидкости в пульсирующем режиме.

**В пятой главе** детально описываются методы стендовых исследований. Разработанный уникальный гидродинамический стенд позволяет отрабатывать методики подключения системы генерации пульсирующего потока в обходе левого желудочка сердца, искусственного сердца и сердечно-легочного обхода.

**Шестая глава** посвящена результатам исследования неппульсирующего и пульсирующего потока. Особое внимание в главе уделено анализу полученных данных на основе которых производилась оценка пульсирующего и неппульсирующего потока. Автором впервые продемонстрировано возможность повышения артериальной пульсации без изменения скорости вращения ротора насоса. Детальный анализ пульсации в насосе установленный в правую позицию в режиме искусственного сердца указывает на минимизацию тромбообразования.

Результаты проведенных исследований системы генерации пульсирующего потока, заканчиваются проведением гемолизных испытаний данной системы, результаты которых указывают на незначительный гемолиз.

**Заключение** написано подробно, основательно, затрагивает основные вопросы, освещенные в диссертационном исследовании, подводит читателя к формированию окончательных выводов.

Пять **Выводов** по данной диссертации соответствуют целям и поставленным задачам в полном объеме. Достоверность выводов не вызывает сомнений.

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

Результаты диссертационного исследования отражены в 9 научных работах, среди которых 3 статьи в центральных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, получен патент на изобретение.

Материалы диссертационного исследования были доложены на крупных российских и международных конференциях.

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

Автореферат соответствует предъявленным требованиям, содержит в себе основные положения диссертации, оформлен грамотно, дополнен достаточным количеством иллюстрированного материала.

### **Замечания и вопросы**

Авторы выбрали размер трубки для рециркуляционного канала 7мм (для взрослой) и 6мм (для детской) системы генерации пульсирующего потока. Проводились ли исследования при использовании трубки большего диаметра, создающая больший импульс, и трубки меньшего диаметра, создающая меньший импульс.

Хотелось, чтобы при выборе материала рециркуляционного канала авторы более детально описали механические характеристики данного материала.

Высказанные замечания не являются принципиальным и ничуть не умаляют безусловных научных и практических достоинств работы.

### **Заключение**

Диссертация 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 самостоятельным законченным научно-квалификационным исследованием, в которой решена важная научно-практическая задача разработка метода и создания оригинальной системы генерации пульсирующего потока для 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

