

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Абрамова Андрея Александровича  
*«Процессы и аппараты 3D-печати изделий медицинского назначения»*,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий

Аддитивные технологии, как одно из направлений цифрового производства, являются мощнейшим инструментом для ускорения проведения НИОКР и вывода новой продукции на рынок. Данные технологии позволяют быстро конструировать и воспроизводить объекты с высокой трудоемкостью создания в условиях обычного традиционного производства. Сегодня уникальные методы современной печати активно применяются в медицине и демонстрируют огромный потенциал для развития области здравоохранения. Применение трехмерной печати в медицине дает возможность индивидуализации лекарств и медицинских изделий, повышает экономическую эффективность и производительность. Представленная диссертационная работа Абрамова Андрея Александровича посвящена решению актуальной задачи – разработке новых технологий и устройств трехмерной печати с целью получения персонифицированных изделий медицинского назначения.

Автором проведена масштабная экспериментальная работа по подбору различных физико-химических и реологических свойств вязких «чернил». На основании полученных результатов были рекомендованы оптимальные составы для реализации процесса 3D-печати. Достоинством работы является использование широкого набора средств и подходов: азотная порометрия; сканирующая электронная микроскопия; гелевая пикнометрия; ротационная вискозиметрия; метод одноосного сжатия и растяжения; методы математического моделирования с использованием положений механики сплошной среды. Практическая значимость работы заключается в разработке уникальной конструкции установки для реализации процесса трехмерной печати с использованием «чернил» на основе биополимеров с различной вязкостью (на конструкцию экструдера вязких «чернил» зарегистрировано НОУ-ХАУ). Предложен алгоритм проектирования сложной геометрии изделий на основании результатов медицинских исследований. Автором разработаны процессы получения персонифицированных изделий медицинского назначения с использованием трехмерной печати, а именно: гибридный имплантат костной ткани, имплантат сосуда, персонифицированные токопроводящие элементы. На основании результатов математического моделирования автором предложен подход к проектированию канала с целью устранения застойных зон, что позволяет оптимизировать процесс производства медицинских изделий. Ключевой особенностью работы является предложенный метод сверхкритической флюидной стерилизации высокопористых материалов на основе биополимеров, что является неотъемлемым этапом при производстве медицинских изделий.

Важно отметить, что полученные результаты работы представлены на различных научных конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, что дополнительно подчеркивает научную новизну.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Во второй части пятой главы автор не приводит описание математической модели процесса сверхкритической стерилизации.

2. В автореферате указано, что была изучена токсичность высокопористого материала на основе альгината натрия и желатина. Однако, не указаны методы диагностики токсичности медицинского изделия.

Вышеуказанные замечания не влияют на общее высокое качество работы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа удовлетворяет требованиям Положению о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД. Абрамов А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

к.т.н., старший научный сотрудник  
ФГУП «НИИПА»



Батыргазиева Д. Р.

«28» марта 2024

ФГУП «НИИ прикладной акустики»

141980, г. Дубна, Московская обл.,

ул. 9 Мая, д. 7А

Телефон: (496) 212-76-37

E-mail: info@niipa.ru

Подпись Батыргазиевой Д. Р. заверяю

Ведущий специалист по кадрам



Карпова А. А.

«28» МАРТА 2024