

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 сегодня получили распространение в разных отраслях промышленности благодаря возможности создания изделий сложной формы, минимизации высокой степени использования сырья, возможности кастомизации продукции и организации гибкого производства. Разработка методов и технологий производства персонализированных изделий медицинского назначения является стратегической задачей РФ, что делает тему исследования актуальной.

Абрамовым А.А. исследованы три подхода к получению изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати, а именно: 1 – экструзионная 3D-печать термопластичными полимерами каркаса костного импланта с последующим заполнением пустот микропористым биосовместимым материалом; 2 – экструзионная гелевая 3D-печать с использованием вязких «чернил» на основе частично сшитого альгината натрия; 3 – экструзионная гелевая 3D-печать с использованием гетерофазной системы в качестве среды, в которой формируется изделие.

В рамках первого направления Абрамовым А.А. исследован процесс трехмерной печати термопластичным полимером при разных температурах рабочей области и сопла экструдера, и скоростях перемещения экструдера и подачи материала. Определена величина усадки при рекомендованных параметрах и рассчитан коэффициент масштабирования. Проведен расчет механических характеристик каркасов с различной геометрией внутреннего заполнения, отработана технология заполнения твердого каркаса гибридного имплантата и оптимизированы параметры их получения.

В рамках второго направления соискателем представлен подход к реализации процесса печати с использованием вязких «чернил» на основе частично сшитого альгината натрия, в том числе разработана конструкция установки и экструдера, определен состав вязких «чернил» и выбраны параметры процесса печати. Проведены реологические исследования «вязких» чернил и определена предельная концентрация альгината натрия в них, а также диапазон концентраций сшивающего агента, при котором у чернил наблюдается поведение вязкоупругой жидкости на всем диапазоне деформаций. Смоделирован и напечатан персонализированный имплантат сосуда.

В рамках третьего направления исследований, представленных Абрамовым А.А., разработан процесс 3D-печати с использованием гетерофазной системы. На основании комплекса исследований определены параметры получения гетерофазной системы и для нее

определены параметры процесса печати. С использованием вязких «чернил» с внедренными углеродными наноматериалами (графен, многослойные углеродные нанотрубки) получен прототип токопроводящего изделия по типу сенсорной перчатки.

Поскольку в работе Абрамова А.А. фокус аддитивных технологий направлен на получение медицинских изделий, в том числе имплантируемых, то вопрос их стерильности является критичным. В заключительной главе соискатель показывает, что подобные изделия, имеющие сложную геометрию и пористую структуру можно успешно стерилизовать в среде сверхкритического диоксида углерода.

Работа представляет собой объемное комплексное исследование, однако имеется ряд замечаний по содержанию автореферата:

1. В автореферате не поставлена цель разработки математической модели течения неньютоновской вязкой жидкости в канале сложной геометрии при нестационарном потоке.
2. Какой именно участок моделировался, какие требования предъявлялись с точки зрения биофизики?

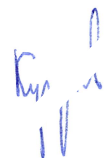
Сделанные замечания не снижают ценность диссертационной работы. Диссертация полностью соответствует Положению о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», 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.

Профессор кафедры вычислительной математики, механики и биомеханики, доктор физико-математических наук, доцент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Телефон:

E-mail:



Кучумов Алексей Геннадьевич

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

+79028086327

kuchymov@inbox.ru

«26» марта 2024



Подпись *Кучумова А.Г.*

ЗАВЕРЯЮ

участный секретарь
ученого совета ПНИПУ

В.И. Макаревич

03

20

