

РЕФЕРАТ

Отчет 50 с., 18 рис., 3 табл., 88 источн.

КЕРАМИКА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ГИДРОКСИАПАТИТ, ЛИТЬЕ, ОТКРЫТАЯ ПОРИСТОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ, АГАР-АГАР, ЖЕЛАТИН, ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ, РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

Объект исследования — керамические материалы медицинского назначения на основе гидроксиапатита.

Цель данной работы — разработка составов керамических масс для получения материалов медицинского назначения, обладающих требуемым комплексом физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик.

В работе использованы современные методы исследования (рентгенофазовый, электронно-микроскопический и другие) и следующая аппаратура: рентгенофазовый дифрактометр фирмы BRUKER (Германия); электронный сканирующий микроскоп JEOL JSM-5610 LV (Япония), лазерный анализатор размера частиц Analizette 22 MicroTec (Германия) и другие.

Проведен анализ литературы в области получения керамических материалов медицинского назначения. Подобраны технологические параметры литья изделий с использованием в качестве связующих компонентов биополимеров, а также сушки и обжига полученных изделий. Определены физико-химические свойства полученных образцов, исследованы их фазовый состав и структура с помощью современных методов (рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия и дифференциальная сканирующая калориметрия).

По результатам исследования, выбран оптимальный состав, характеризующийся в температурном интервале термообработки 1100–1200 °С следующими значениями физико-химических свойств: химическая стойкость — 0,04 %; водопоглощение — 63,3–101,9 %; открытая пористость — 62,1–72,9 %; кажущаяся плотность — 715,5–980,6 кг/м³; механическая прочность при сжатии — 0,6–1,3 МПа.

Фазовый состав биокерамики представлен следующими кристаллическими фазами: гидроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, трикальциевый фосфат $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaMg}_2(\text{PO}_4)_2$.

Результаты исследований могут использоваться для получения керамических имплантатов для восстановления поврежденной костной ткани.

Экономическая значимость и эффективность выполненных исследований заключается в разработке высокоэффективной импортозамещающей технологии получения кальций-фосфатной керамики.

ВВЕДЕНИЕ

Основная черта современного мира – гуманизация различных сфер нашей жизни. Гуманистическое мировоззрение диктует возрастающий интерес к увеличению качества и продолжительности человеческой жизни. Достижение подобной цели предполагает, в частности, создание материалов для искусственных органов и тканей. За последние 30 лет прошлого века использовано более 40 различных материалов (керамика, металлы, полимеры) для лечения, восстановления и замены различных частей человеческого тела [1].

Современный имплантат должен быть пористым, достаточно прочным для скелетного использования, биосовместимым и способствовать остеоинтеграции. Идеальный имплантат должен быть композитным, дополненным каким-либо агентом (рекомбинантными костными морфогенетическими белками, факторами роста или стволовыми клетками), придающим материалу индуктивные свойства.

В настоящее время для лечения травм и дефектов костной ткани человека широко используются материалы на основе гидроксиапатита кальция (ГАП) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, поскольку ГАП является основной минеральной составляющей костной ткани человека. Преимущество подобных материалов состоит в том, что они обладают высокой биологической совместимостью, не вызывают аллергических реакций и не обладают токсичностью [2].

Тем не менее, применение керамики на основе чистого ГАП ограничено низкими прочностными показателями: механической прочностью, трещиностойкостью, низкой скоростью растворения в биологических средах и как следствие слабым стимулирующим действием при новообразовании костной ткани. В качестве костных имплантатов представляет интерес разработка и применение такого материала, который сначала, устраняя костный дефект, способствовал прорастанию костной ткани, а затем постепенно деградировал, являясь одновременно источником фосфора и кальция для восстановления собственной минеральной составляющей кости. При этом, скорость деградации имплантированного материала должна соответствовать скорости формирования кости, иначе растущая кость не успеет заполнить вновь образующиеся полости, что может привести к потере прочности или неправильному срастанию кости и имплантата.

Кроме того, в настоящее время при производстве технической керамики существуют проблемы, связанные с отсутствием универсальных методов получения сложнопрофильных изделий. Традиционными способами сформовать подобные изделия проблематично. Использование литья для получения керамических биоматериалов позволяет получать имплантаты индивидуально для каждого пациента, а также существенно сократить сроки их изготовления. Следует также отметить, что подобная продукция в Республике Беларусь не производится.

Работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 гг. (п. 4. Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы).