

ГИБРИДНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ КАРБОНАТ-ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И АУТОФИБРИНА, ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦИПРОФЛОКСАЦИНОМ

И.Е. Глазов, В.К. Крутько, О.Н. Мусская
ИОНХ НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

HYBRID MATERIAL BASED ON CALCIUM CARBONATE PHOSPHATES AND AUTOFIBRIN, FUNCTIONALIZED WITH CYPROFLOXACIN

I.E. Glazov, V.K. Krutko, O.N. Musskaya
IONKH NAS of Belarus, Minsk, Belarus

Аннотация. Разработан гибридный материал на основе карбонат-фосфатов кальция и аутофибрина. Материал характеризуется пониженной резорбируемостью и пролонгированным высвобождением ципрофлоксацина, что позволяет использовать его для восстановления костных дефектов при челюстно-лицевой хирургии.

Ключевые слова: карбонат-фосфаты кальция, карбонат-гидроксиапатит, аутофибрин.

Annotation. A hybrid material based on calcium carbonate phosphates and autofibrin has been developed. The material exhibits reduced resorbability and prolonged release of ciprofloxacin, which makes it suitable for the restoration of bone defects during maxillofacial surgery.

Keywords: calcium carbonate-phosphates, carbonate-hydroxyapatite, autofibrin.

Разработка новых резорбируемых биоматериалов для замещения поврежденной костной ткани сохраняет свою актуальность. Воспроизведение состава и структуры костной ткани является перспективным подходом к созданию биоактивных материалов с заданной резорбируемостью. Большой интерес у исследователей вызывают синтетические аналоги костного минерала (биоапатита) – фосфаты и карбонат-фосфаты кальция, а также гибридные материалы на основе фосфатов кальция и биополимеров с костноподобной структурой. Ранее нами были исследованы процессы жидкофазного формирования карбонат-фосфатов кальция [1], а также получены резорбируемые материалы на основе гидроксиапатита и биополимера крови, аутофибрина [2]. Целью данной работы являлась разработка гибридных материалов на основе карбонат-фосфатов кальция в матрице аутофибрина с регулируемой резорбируемостью, функционализированных антибиотиком ципрофлоксацином.

Химическим осаждением при $[Ca^{2+}]$ 0,90 М, $[HPO_4^{2-}]$ 0,60 М, $[CO_3^{2-}]$ 0,60 М, рН 10, в присутствии добавки 10 % цитратной плазмы синтезированы гибридные материалы на основе карбонат-фосфатов кальция в матрице аутофибрина. Карбонат-фосфаты кальция включают аморфный компонент $Ca_{9-3y}(PO_4)_{6-6y}(CO_3)_{6y}$, и аморфизированный апатитный компонент $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3)_a(OH)_{2-2a}$ с общим отношением Ca/P 1,71. По данным ИК-спектроскопии, структурное окружение CO_3^{2-} -ионов материала на 80–88 % соответствует структуре аморфного компонента, и на 10–18 % – А-положениям апатитной решетки (узлы OH-ионов).

Резорбируемость гибридных материалов оценивали по их превращениям в модельном растворе SBF (Simulated Body Fluid) в течение 15 сут при 37 °С [3]. Гибридные материалы характеризуются пролонгированной резорбцией в течение 10 сут по сравнению со стехиометрическим гидроксиапатитом (8 сут). Резорбция материалов сопровождается частичным гидролизом карбонат-ионов в А-положениях апатитной решетки карбонат-ГА и образованием биомиметического апатита с увеличением массы материалов на 6–8 %.

В форме порошка гибридные материалы сорбируют до 0,1 ммоль ципрофлоксацина / (г порошка) из водных растворов антибиотика. В физиологическом растворе гибридные материалы высвобождают ципрофлоксацин по степенному закону Корсмеера-Пеппаса, а влияние аутофибриновой матрицы обуславливает пониженную скорость высвобождения ципрофлоксацина материалами по сравнению с индивидуальным карбонат-фосфатом кальция.

Соответственно, разработанные гибридные материалы на основе аморфного карбонат-фосфата кальция, карбонат-гидроксиапатита (А-тип) и аутофибрина характеризуются пониженной резорбируемостью и пролонгированным высвобождением ципрофлоксацина, что позволяет использовать их для восстановления костных дефектов при челюстно-лицевой хирургии.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ по заданию 2.1.04.7 на 2021–2025 гг.

Список цитируемых источников

1. Низкотемпературное формирование и идентификация двухфазных карбонат-фосфатов кальция / И. Е. Глазов [и др.] // ЖНХ. – 2022. – Т. 67, № 11. – С. 1541–1553.
2. Formation of Hydroxyapatite-Based Hybrid Materials in the Presence of Platelet-Poor Plasma Additive/ I. E. Glazov [et al.] // Biomimetics. – 2023. – Vol. 8, № 3. – P. 297-1–12.
3. Effect of platelet-poor plasma additive on the formation of biocompatible calcium phosphates / I. E. Glazov [et al.] // Mater. Today Commun. – 2021. – Vol. 47, № 5. – P. 102224-1–13.

УДК 536.66

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ ГОРЕНИЯ

М.М. Журов

Университет гражданской защиты, г. Минск, Беларусь

FEATURES OF THE THERMAL EFFECT OF GORENJE REACTION

M.M. Zhurov

University of Civil Protection, Minsk, Belarus

Аннотация. В статье представлена полная энергетическая схема реакции горения, которая позволяет устанавливать взаимосвязь энергии с температурой и в соответствии с тепловой теорией потухания теоретически учитывать и обосновывать влияние огнетушащих составов на достижение предельных параметров тушения пожаров.

Ключевые слова: тепловой эффект, горение, энергия, температура, тушение пожаров.

Annotation. The article presents a complete energy scheme of the gorenje reaction, which allows to establish the relationship of energy with temperature and, in accordance with the thermal theory of extinction, theoretically take into account and justify the influence of extinguishing agents on achieving the limiting parameters of extinguishing fires.

Keywords: thermal effect, combustion, energy, temperature, fire extinguishing.

Тепловой эффект химической реакции Q рассчитывается по следствию из закона Гесса. Тепловой эффект не зависит от величины энергии активации E , т. е. от того, по какому механизму происходит реакция, а зависит только от начального и конечного состояния системы (рисунок 1) [5, С. 12].

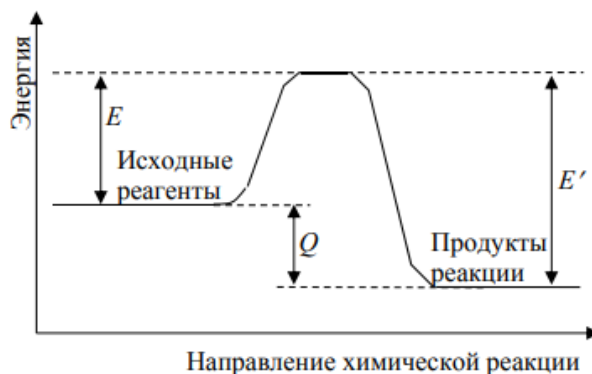


Рисунок 1 – Энергетическая схема химической реакции