

Методом Рамановской спектроскопии на оборудовании компании Confotec MR200 «SOL Instruments» выявлены пигменты участвующие в фотосинтезе и являющиеся его цветовым индикатором: хлорофиллы А и В, β -каротиноиды, фикоэритробилин, флавоноиды и антоцианы. Посредством программного обеспечения NanoSP (панорама RAMalyze LabCognition Analytical Software GmbH & Co. KG) проведен анализ полученных результатов в видимом спектральном диапазоне 532–785 нм. После преобразования измерительной шкалы см^{-1} в нм, и последующего анализа полученных результатов, были выявлены следующие основные углеродные органические соединения (УОС): – присутствие 10–25 % целлюлозы (Cellulose) во всех исследуемых образцах (образует оболочку растительных клеток из структурных остатков β -глюкозы, соединенных в линейные макромолекулы $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$); – бета каротин (β -Carotenoids) ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$) нестабильный антиоксидант, защищает клетки от повреждающего действия свободных радикалов и поддерживает восстановительные процессы; – фенилпропаноид (Phenylpropanoid) (соединения C_6 – C_3 ряда) гидрокикоричные кислоты и спирты, фенилпропены, а также кумарины, изокумарины и хромоны. Фенилпропаноиды могут соединяться между собой и образовывать димеры $(\text{C}_6$ – C_3)₂.

УДК 691.335

ХОД ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРОБНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГЕЛИНОВОЙ ОСНОВЕ

Тан Дунян, Ван Минюань, Бондаренко С. Н, Руднов В. С.

Белорусский национальный технический университет

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

e-mail: tangdy8@gmail.com

Summary. Microcracks in the cementitious matrix are difficult to detect and repair until they appear on the surface. The binder in the microcapsule can repair the internal microcracks in a short period of time, and shows good repair effect in improving the strength and pore structure of the cementitious matrix, but the repair effect is not good for secondary cracking and surface cracks. In this paper, a physical model based on microbial mineralization cement substrate is proposed through a large number of literature reviews, so as to provide a basis for subsequent simulation research.

Традиционные ремонтные и армирующие материалы в основном включают материалы на основе цемента и органические полимерные материалы. По сравнению с органическими материалами, материалы на основе цемента являются недорогими, нетоксичными и имеют хорошую совместимость с бетонными базовыми слоями [1]; однако растрескивание, вызванное неравномерным изменением собственного объема, серьезно сказывается на ремонтном эффекте и долговечности конструкции материала [2–3], и текущие меры по улучшению также имеют определенные экологические ограничения. Поэтому существует острая необходимость в предложении нового типа высокопроизводительной технологии повышения эффективности технического обслуживания.

Микробное индуцированное осаждение карбоната кальция (MICP) представляет собой минерализацию микроорганизмов в процессе метаболизма, а полученный карбонат кальция представляет собой органо-неорганический композит с отличными адгезионными и уплотнительными свойствами. В качестве новой экологически чистой технологии микробной минерализации MICP успешно применяется для ремонта и улучшения известняка, гипса и других строительных материалов для повышения их устойчивости к атмосферным воздействиям.

В данном исследовании определен защитный усиливающий эффект ММХП на материалы на основе цемента путем чтения литературы, связанной с методом погружения в бактериальную жидкость, проанализирована адаптивность между микробной минерализацией и цементной матрицей, обсуждено влияние питательных веществ на микробный рост и пове-

дение минерализации, проанализированы состав и микроморфологическая структура минерализованных продуктов микроскопическими методами испытаний, выявлен механизм минерализации микроорганизмов в материалах на цементной основе, создан анализ теоретической модели.

Минерализация микроорганизмов в материалах на основе цемента является сложным процессом, который контролируется микробным метаболизмом, с одной стороны, и следует физико-химическим законам зарождения минералов с другой стороны.

После того, как цементирующий материал погружают в микробный питательный раствор, компоненты бактериальной жидкости диффундируют из пор материала в материал (рис. 1). Подходящие концентрации солей мочевины и кальция в питательном растворе обеспечивают источник неорганического азота и неорганических солей, необходимых для роста микробов, а также гидролиз и источники кальция для следующей стадии минерализации. Стабильно растущие микроорганизмы будут продуцировать уреазу, катализировать гидролиз мочевины, генерировать карбаминную кислоту и аммиак, а карбаминная кислота самопроизвольно гидролизуется с образованием аммиака и угольной кислоты; Затем угольную кислоту и аммиак дополнительно разлагают с получением бикарбонатных ионов, протонированных и гидроксида, что приводит к увеличению pH окружающей среды и образованию CO_3^{2-} , который, в свою очередь, реагирует с адсорбированным CO_2 на стенке микробной клетки с образованием осадка карбоната кальция (рис. 1).

Исходное образование прототипов карбоната кальция представляет собой событие фазового перехода, которое происходит в системе раствора, то есть молекулы растворенного вещества изменяются из жидкой фазы в твердую фазу, сопровождающуюся уменьшением свободной энергии.

Карбонат кальция эмбрионы находятся в термодинамическом метастабильном состоянии, и для образования стабильных и постепенно растущих кристаллов необходимо преодолевать определенные препятствия; Поэтому карбонат кальция, образованный минерализацией, легче выращивать и кристаллизовать вдоль цементно-каменной подложки в порах материала (рис. 1), что также видно из диаграммы SEM цементной суспензии, большое количество минералов карбоната кальция прикрепляется к цементно-каменной подложке и растет в направленном расположении, делая микроструктуру более плотной, тем самым усиливая армирование материала на цементной основе.

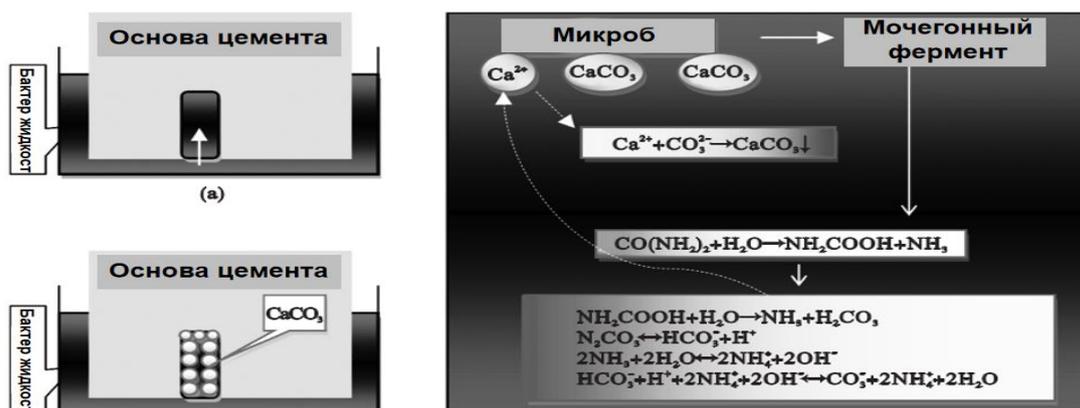


Рисунок 1 – Цементная суспензия

Список использованных источников

1. MORGAL D R. Compatibility of concrete repair materials systems[J]. Construction and Building Materials, 1996, 10 (1):51-61.
2. HASSAI K E, BROOKS J J, AL-ALAWI L. Compatibility of repair mortars with concrete in a hot-dry environment[J]. Cement and Concrete Composites, 2001 (23):93-101.
3. MIRGA J, MIRGA M S; R. Laboratory and field performance of polymer-modified cement-based repair mortars in cold climates[J]. Construction and Building Materials, 2002 (16):365-374.