

**СМИРНОВ В. Ф., ПЕТРЯКОВ Д.Н., ХУТОРСКОЙ С.В., ЗАХАРОВА Е. А.**  
**ВЛИЯНИЕ БРОМСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА БИОСТОЙКОСТЬ**  
**СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ**

**Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния фунгицидных добавок на грибостойкие и фунгицидные свойства строительных композитов на основе негашеной извести. Показано при введении каких из рассмотренных добавок в состав известкового композита достигается наибольшая эффективность.

**Ключевые слова:** негашёная известь, композит, добавка, грибостойкость, фунгицидность, микроорганизм, химическая реакция, силикатная смесь.

**SMIRNOV V. F., PETRYAKOV D. N., KHUTORSKOY S. V., ZAKHAROVA E. A.**  
**THE EFFECT OF BROMINE-CONTAINING ADDITIVES**  
**ON BIOPROOFNESS OF CONSTRUCTION COMPOSITES**

**Abstract.** The study results of the effect of fungicidal additives on fungal resistance and fungicidal properties of building composites based on quicklime are presented. The findings reveal the most efficient additives to the lime composite structure.

**Keywords:** quicklime, composite, additive, fungal resistance, fungicity, microorganism, chemical reaction, silicate mixture.

Композиты на основе извести находят широкое применение в строительстве. Из них получают: *известково-кремнеземистые вяжущие* (сырьевые смеси, состоящие из извести и кварцевого песка), предназначенные для производства силикатных строительных бетонов и растворов; *известково-пуццолановые вяжущие* (их получают совместным помолом негашеной воздушной или гидравлической извести и кислой активной минеральной добавки), предназначенные для изготовления строительных растворов и бетонов невысоких по прочности; *известково-шлаковые вяжущие* (их получают совместным помолом негашеной извести, доменного гранулированного шлака и гипса), используемые для производства легких бетонов, строительных растворов и обычных бетонов невысоких марок по прочности [1].

В настоящее время актуальными являются исследования по биодеградации и биосопротивлению строительных материалов, которые в процессе эксплуатации подвергаются разрушающему действию биологически активных сред [2–7]. При воздействии продуктов метаболизма микроорганизмов на известковые бетоны происходит разрушение компонентов и образующихся в процессе твердения гидросиликатов кальция. В качестве модификаторов, которые способствуют повышению физико-механических свойств и

биологического сопротивления являются специальные добавки различного назначения. Одним из наиболее эффективных и часто применяемых способов защиты строительных композитов от действия микроорганизмов является применение специальных фунгицидных добавок, которые вводят в состав материалов при их изготовлении или при пропитке поровой структуры [8].

Процессы коррозии известковых композитов можно разделить на три этапа. На первом этапе идет взаимодействие цементирующих веществ композита и ионов агрессивных сред. Этот процесс происходит в кинетической области и контролируется скоростью гетерогенных химических реакций на границе фаз, которая зависит от степени поражения композита микроорганизмами, концентрации агрессивной среды и свойств материала. На втором этапе скорость коррозии ограничивается диффузионным процессом. Диффузия ионов будет зависеть от свойств продуктов коррозии, которые покрывают реакционные поверхности и тормозят скорость движения ионов. К третьему этапу концентрация ионов стабилизируется, реакция между ионами агрессивной среды и составляющими композита достигает равновесия [1].

Нами проведены исследования биостойкости композитов на основе известковых вяжущих, в которых в качестве вяжущего использовалась негашёная строительная известь ООО «Атемарские строительные материалы», удовлетворяющая требованиям ГОСТ 9179-77.

В ходе проведения экспериментальных исследований в качестве биоцидной добавки были использованы броморганические вещества низкой концентрации (пентабромтолуол, тетрабром-п-крезол, тетрабром-о-ксилол, пентабромбензолбромид), воздействие которых на известковые композиционные материалы позволило достаточно точно смоделировать процессы биологической коррозии.

Испытания проводились на образцах содержащих негашёную известь, кварцевый песок и добавку. Составы исследуемых композитов приведены в таблице 1.

Испытания на биостойкость проводили по ГОСТ 9.049-91 методами 1 и 3 на образцах-призмах размером 1×1×3 см.

В качестве тест-организмов использовали следующие виды плесневых грибов: *Aspergillus niger*, *A. flafus*, *A. terreus*, *Penicillium cuclopium*, *P. funiculosum*, *P. chrysogenum*, *Paecilomyces varioti*, *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 1

## Исследуемые составы

№ состав а	Состав вяжущего						
	Известь негашенная	Кварцевый песок	Тетра бром-п- крезол	Тетра бром-о- ксилол	Пента бром бензол бромид	Пента бром толуол	Вода
1	25	75,4	-	-	-	-	40
2	25	75,02	1,04	-	-	-	39,6
3	25,02	74,08	-	1	-	-	39,85
4	25	75	-	-	1,19	-	40,1
5	24,89	75,16	-	-	-	1,05	39,9

Таблица 2

## Степень роста грибов

Состав	Степень роста грибов, баллы		Характеристика по ГОСТ 9.049-91
	Метод 1	Метод 3	
1	2	4	Грибостоек
2	0	0	Фунгицидин
3	4	0	Грибостоек
4	4	0	Грибостоек
5	0	0	Фунгицидин

Результаты исследований показывают, что состав № 1 без добавок является грибостойким. Это объясняется высокой основностью извести и высоким рН ее водных растворов, она обладает бактерицидными свойствами [4]. Исследования также показывают, что композиты на основе извести с добавкой пентабромтолуол, тетрабром-п-крезол являются фунгицидными. Композиты же с добавкой тетрабром-о-ксилол, пентабромбензолбромид снижают степень роста грибов по отношению к составу без добавок, что составляет 4 и 0 баллов по методу 1 и 3 соответственно.

Из рассмотренных добавок наибольшая эффективность достигается при введении в состав известкового композита пентабромтолуола и тетрабром-п-крезола которые обладают сильным фунгистатическим эффектом, обрастаемость составляет 0 и 0 баллов по методу 1 и 3 соответственно.

Бром относится к галогенам, которые вступая в реакцию с бактериями окисляют их. В оболочках бактерий и микроорганизмов, а также в веществе, содержащемся внутри них, имеются протеины и аминокислоты, с которыми и вступает во взаимодействие бром. В результате происходящих окислительных процессов внутриклеточное вещество микроорганизмов изменяется, клетки распадаются, бактерии и микроорганизмы гибнут. Образующиеся при этом вещества будут абсолютно безвредны для человека (в отличие от, например, хлороформа, который образуется при аналогичном окислении хлором). Таким образом, введение в состав материалов на основе извести специальных добавок поможет в значительной степени продлить срок службы композиционного материала и расширить область применения известковых вяжущих.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куатбаев К. К. Силикатные бетоны из побочных продуктов промышленности. – М.: Стройиздат, 1981. – 246 с.
2. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Спиринов В. А., Светлов Д. А. Биоцидные цементные композиты с добавками, содержащими гуанидин // Приволжский научный журнал. – 2010. – № 4. – С. 87–94.
3. Касимкина М. М., Светлов Д. А., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Ерофеев В. Т. Эпоксидные лакокрасочные материалы с биоцидной добавкой «Гефлекс» // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2008. – № 1-2. – С. 77–79.
4. Соломатов В. И., Ерофеев В. Т., Федельман М. С. Биологическое сопротивление бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1996. – № 8. – С. 44.
5. Завалишин Е. В., Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Морозов Е. А. Биологическое сопротивление композитов на основе жидкого стекла // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы Международной научно-технической конференции / отв. ред. В. Ф. Смирнов. – Саранск, 2004. – С. 156–159.
6. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Яшуева Л. С., Смирнова О. Н. Биологическое сопротивление серобетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 11. – С. 29.
7. Хуторской С. В. Влияние модифицирующих добавок на свойства композитов на основе извести // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 3 (13). – С. 15–17.
8. Хуторской С. В., Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф. Повышение биологического сопротивления композитов на основе извести с помощью фунгицидных добавок // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 2 (24). – С. 281–286.