Научно-исследовательский проект

# БИОЦИДНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ

**НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА**

Автор проекта: Романикова Ульяна Евгеньевна Обучающаяся 10 класса

МБОУ «Гимназия №7» г. Брянска

Брянск 2021

Содержание

[1. Научная, исследовательская и практическая проблемы, которые решает проект…………………………………………………………………. 3](#_TOC_250005)

[2. Описание решения…………………………………………………… 3](#_TOC_250004)

[3. Цель проекта…………………………………………………………. 4](#_TOC_250003)

[4. Задачи………………………………………………………………… 4](#_TOC_250002)

5. Материалы и методы………………………………………………... 4

1. [Результаты исследования 5](#_TOC_250001)

[Заключение 8](#_TOC_250000)

Список литературы 9

# Научная, исследовательская и практическая проблемы, которые решает проект

В настоящее время проблеме повышения долговечности изделий и конструкция зданий и сооружений уделяется все большее внимание. Это обусловлено тем, что в связи с постоянной химизацией народного хозяйства, расширением внедрений биотехнологических процессов в производство на строительные материалы и изделия воздействует все большее количество агрессивных сред, одними из которых являются микроорганизмы и продукты их метаболизма. Установлено, что более 50% общего объема регистрируемых в мире повреждений связано с деятельностью микроорганизмов. Биоповреждениям подвержены практически все материалы, в том числе цементные растворы и бетоны, которые эксплуатируются в условиях, благоприятных для размножения микроорганизмов: на мясомолочных комбинатах, в овощехранилищах, животноводческих зданиях и т. д.

Из различных видов микроорганизмов наибольшее повреждающее действие на промышленные и строительные материалы оказывают мицелиальные грибы.

Разрушающее действие микромицетов на каменные строительные материалы, в том числе бетон, обусловлено агрессивным воздействием метаболитов грибов (органических кислот, окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов) на отдельные компоненты материалов.

Во всем мире активно развиваются и внедряются в практику нанотехнологические методы. Большое количество работ посвящено исследованиям по применению наноразмерных частиц металлов для придания биостойкости различным материалам. Так, наночастицы серебра могут вызывать гибель более 600 разных видов грибов, бактерий и вирусов.

# Описание решения

Одним из наиболее эффективных и длительно действующих способов защиты строительных материалов и конструкций от поражений микроорганизмами является применение биоцидных препаратов.

Определенным решением проблемы является использование биоцидных добавок в строительные материалы. В качестве неорганических антимикробных систем используются соединения меди, хрома, цинка, серебра, а также оловоорганических биоцид. Из полимерных соединений широко используются соединения на основе гуанидина. Однако указанные добавки получают из ароматических углеводородов по сложной химической технологии. В связи с этим, существует необходимость в поиске доступных и экологически безопасных способов синтеза химических веществ, вводимых в состав материалов с целью придания им биоцидности (предотвращения поселения и размножения на поверхности и в структуре микроорганизмов- биодеструкторов).

# Цель проекта

Исследование влияния гидрозоля наночастиц серебра (НЧС) на биоцидные свойства (фунгицидность) строительных материалов на основе цементных систем.

# Задачи

1. Синтез гидрозоля НЧС цитратным методом, основанным на восстановлении ионов серебра цитратом натрия.
2. Исследование свойств гидрозоля НЧС (морфологии и устойчивости частиц).
3. Анализ влияния гидрозоля НЧС, вводимого в состав цементных систем, на их стойкость к воздействию микроогранизмов-биодеструкторов, в частности мицелиальных грибов.

# Материалы и методы

В качестве исходных материалов для синтеза гидрозоля НЧС применялись: серебро азотнокислое, цитрат натрия безводный, глюкоза, дистиллированная вода.

Синтез гидрозоля НЧС осуществлялся цитратным методом Туркевича, принцип которого заключается в получение наночастиц серебра. Стабилизатором и восстановителем служит цитрат-анион, который

получается при растворении в воде трехзамещенной натриевой соли лимонной кислоты.

Для исследования морфологии и устойчивости гидрозоля НЧС применялись: оптическая микроскопия (металлографический оптический микроскоп ММР-3), спектрофотомерия (спектрофотометр УФ-1200).

Образцы цементных систем изготавливались из смесей белого цемента и дистиллированной воды, которые заливались в стерильные чашки Петри. Тестирование на фунгицидность проводилось в соответствии с ГОСТ 9.048 путем инокуляции (искусственного заражения) испытуемых образцов микроорганизмами-деструкторами (мицелиальными грибами), питательная среда для выращивания которых состояла из агар-агара, дистиллированной воды и сахара.

# 6. Результаты исследования

На **1 этапе** производился синтез гидрозоля НЧС цитратным методом, основанным на восстановлении ионов серебра цитратом натрия.

Для этого подготавливались водные растворы реагентов:

80 мл водного раствора нитрата серебра (AgNO3) 3,75×10-4М; 15 мл раствора цитрата натрия Na3C6H5O7 0,0125М;

5 мл 0,1М раствора глюкозы (C6H12O6);

Раствор доводили до кипения, после чего оставляли до появления светло-жёлтой окраски. Получили устойчивый гидрозоль НЧС, морфология частиц которого представлена на рисунке 1.

На **2 этапе** было проведено исследование свойств гидрозоля НЧС (морфологии и устойчивости частиц).

На **3 этапе** осуществлялся анализ биоцидных свойств гидрозоля НЧС по характеру воздействия на жизнедеятельность и отмирание микроорганизмов (бактерий, грибов) на поверхности бетона.

Для этого в стерильные чашки Петри заливали питательную среду (1/2 чайной ложки агар-агара на 60 мл воды), оставляли до застывания. После этого заносились микроорганизмы. В результате на поверхности выросли

микроорганизмы (грибы и бактерии), внешний вид которых представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Морфология гидрозоля НЧС

Рисунок 2 – Внешний вид микроорганизмов-деструкторов

Оценка степени биостойкости образцов испытуемых цементных систем проводилась в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Шкала степени биостойкости строительных материалов

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика балла | Балл |
| Под микроскопом прорастания спор, конидий грибов и бактерий необнаружено. | 0 |
| Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитыймицелий. Под микроскопом видны не многочисленные колонии бактерий. | 1 |
| Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение. Подмикроскопом видны колонии бактерий. | 2 |
| Невооруженным глазом заметен мицелий и (или) спороношение, колониибактерий едва видны, но отчетливо видны под микроскопом. | 3 |
| Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающихменее 25% испытуемой поверхности. То же, для бактерий. | 4 |
| Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающихболее 25% испытуемой поверхности. То же, для бактерий. | 5 |

Биостойкость (фунгицидность) образца цементного камня без гидрозоля НЧС оценивается в 4 балла (невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих менее 25 % испытуемой поверхности), а образца с содержанием гидрозоля НЧС в 2 балла (под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитые мицелии грибов), что подтверждается результатами оптической микроскопии (рисунок 3).

Микроорганизмы на поверхности образцов цементного камня, рис.3 (А-с НЧС; Б-без НЧС)



Рис.3(А) микроорганизмы на поверхности образцов цементного камня с НЧС



(Б)микроорганизмы на поверхности образцов цементного камня без НЧС

# Заключение

1. Предложены принципы повышения биоцидных свойств строительных материалов бетона с использованием гидрозоля наночастиц серебра (НЧС), получаемого цитратным методом.
2. Разработан оптимальный состав гидрозоля НЧС с точки зрения размера и устойчивости его частиц (оптимальная концентрация- 3,75×10-4М) на основе нитрата серебра.
3. Синтезированный гидрозоль НЧС способствует гибели микроорганизмов, поселяемых на поверхности строительных материалов из бетона. Результат достигается за счет того, что наночастицы серебра окисляются и высвобождают ионы серебра, которые нарушают работу мембранных белков, что приводит к гибели патогена.
4. Установлено, что биостойкость (фунгицидность) образца цементного камня без гидрозоля НЧС в 2 раза ниже, чем образца с содержанием гидрозоля НЧС.

# Личный вклад авторов в разработку проекта

Литературно-патентный анализ, постановка целей и задач, проведение исследования.

Получение гидрозоля, разработка оптимальной концентрации нитрата серебра и соотношения объемов реагентов для стабилизации гидрозоля.

Исследование НЧС на биоцидные свойства материалов по характеру воздействия на жизнедеятельность и отмирание микроорганизмов.

# Литература

1. Л.Н. Кузьмина.  Получение наночастиц серебра методом химического восстановления // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. 2007. Т. XХХ, № 8. С. 7–12

2.Патент РФ № 2448810. Способы получения наночастиц серебра / Р.Н. Галихметов, А.Г. Мустафин. – Опубл. 27.04.2012.

3.<https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/8818195.html> .[http://nano.rudn.ru/wp-content/uploads/2014/01/Наночастицы-серебра-](http://nano.rudn.ru/wp-content/uploads/2014/01/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%8B-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B2-%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%86%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%85.pdf) [получение-и-применение-в-медицинских-целях.pdf](http://nano.rudn.ru/wp-content/uploads/2014/01/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%8B-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B2-%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%86%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%85.pdf)

4.[https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-](https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-dle/op/doclinks2017/Metod_Tehnologii_nanostruktur_11.03.04_2017.pdf) [dle/op/doclinks2017/Metod\_Tehnologii\_nanostruktur\_11.03.04\_2017.pdf](https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-dle/op/doclinks2017/Metod_Tehnologii_nanostruktur_11.03.04_2017.pdf)

5.[https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-issledovanie-nanochastits-serebra-i-](https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-issledovanie-nanochastits-serebra-i-vozmozhnost-ih-ispolzovaniya-v-pischevoy-upakovke) [vozmozhnost-ih-ispolzovaniya-v-pischevoy-upakovke](https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-issledovanie-nanochastits-serebra-i-vozmozhnost-ih-ispolzovaniya-v-pischevoy-upakovke)