

**ПРИГОТОВЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕТОННЫХ ОБЪЕКТОВ**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7826858>

Тураходжаева Фазилатхон Надыровна

*докторант базовой докторантуры лаборатории оптики конденсированных сред
Институт ионно-плазменных и лазерных технологий имени У.А.Арифова Ул. Дурмон
йули 33, 100125, г.Ташкент, Узбекистан*

E-mail: bioinnovation97@gmail.com

Тажибаев Илхомжон Иброхимжанович

*к.ф.-м.н., PhD., ведущий научный сотрудник лаборатории оптики
онденсированных сред Институт ионно-плазменных и лазерных технологий имени
У.А.Арифова Ул. Дурмон йули 33, 100125, г.Ташкент, Узбекистан*

E-mail: ilhom.tojiboyev@gmail.com

Кучкарова Нозимахон Анварвна

*докторант базовой докторантуры кафедры биотехнологии
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова
ул. Университетская 2, 100095, г: Ташкент, Узбекистан*

E-mail: info.tstu@gmail.com

**PREPARATION OF BACTERIAL SUSPENSION IN ORDER TO INCREASE THE
STRENGTH PROPERTIES OF CONCRETE OBJECTS**

Turakhodjaeva Fazilatkhon

*PhD student of the laboratory of Condensed Matter Optics Ion-Plasma and Laser
Technologies Institute named after Arifov st. Durmon yoli, 33.100125 Tashkent, Uzbekistan*

E-mail: bioinnovation97@gmail.com

Tajibaev Ilkhomjon

*PhD of Physics and Mathematics, leading researcher Laboratory of Condensed Matter
Optics Ion-Plasma and Laser Technologies Institute named after Arifov st. Durmon yoli,
33.100125 Tashkent, Uzbekistan*

E-mail: ilhom.tojiboyev@gmail.com

Kuchkarova Nozimakhon

*PhD student of the department of Biotechnology Tashkent State Technical University
named after Islam Karimov st. University 2, 100095, Tashkent, Uzbekistan*

E-mail: info.tstu@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются повышение механических свойств
строительно-конструкционных объектов посредством их осаждения и увеличения
урезоактивных микроорганизмов по объёму в цементном растворе. Согласно

проведенным научно-исследовательским работам, бетон с добавлением биологической суспензии, содержащий уреазоактивных бактерий, даёт лучший результат по сравнению с традиционным методом цементирования без добавления вяжущего элемента. Утверждается, что бактериальная суспензия на основе уреазоактивных микроорганизмов, способно осаждают кристаллы кальцита и осаждают кальций карбонат, тем самым образовать клейкий вяжущий слой в материальном составе бетона.

Цель. *Целью данного исследования являлся повышение прочности свойств бетонных объектов посредством приготовления бактериального раствора на основе бактерии со способностью уреазной активности.*

Методы. *В данной научно-исследовательской работе применялись методы диспергирования, стационарный посев, посев штрихом.*

Ключевые слова. *Уреазоактивные бактерии, бактериальная суспензия, бетон, повышение прочности, осадок кальция карбоната.*

Abstract. *The article discusses the increase in the mechanical properties of construction and structural objects through their deposition and increase of urea active microorganisms by volume in cement mortar. According to the research carried out, concrete with the addition of biological suspension containing urea active bacteria gives a better result compared to the traditional method of cementing without the addition of a binder. It is obvious that a bacterial suspension based on urease-active microorganisms is capable of precipitating calcite crystals and precipitating calcium carbonate, thereby forming an adhesive binding layer in the material composition of concrete.*

Object. *The purpose of this scientific research is increasing the strength of the properties of concrete objects by preparing a bacterial solution based on a bacterium with the ability of urease activity.*

Methods. *Current research is provided with methods such as dispersion, stationary sowing and stroke sowing.*

Keywords. *Urea active bacteria, bacterial suspension, concrete, strength enhancement, calcium carbonate precipitate.*

Введение. *Одна из самых больших проблем в мире строительства является трещинообразование в строительных объектов. Множество научно-исследовательские работы и проекты сконцентрированы на повышения прочности и сейсмостойкости сооружений. В виде вяжущего материала применяются различные материалы в зависимости от научного направления исследователя [1]. Чтобы при создании строительных объектов образовался прочный, твердый слой применяются различные химические и биологические связующие добавки. Биологические связующие добавки, в отличие от химических, являются экологически чистыми, так как они минимизируют количество производственных выбросов выделяющиеся в атмосферу. Технология применения бактерий с уреолитической активностью при*

слипанию трещин бетона, может открыть новые возможности для инфраструктуры, включая архитектуру и экологию [2]. Данный метод является перспективным вариантом по сравнению с химическими методами, так как оно не токсично, безвредно для окружающей среды и просто в применении [3]. Для укрепления бетонных конструкций по описываемой технологии необходимы уреаза активные штаммы бактерий, карбамид, источник кальция. Поверхность микроорганизмов является идеальным местом для зарождения кристаллов кальцита, который служит источником выработки склеивающегося вещества [4]. Так как поверхность микробных клеток имеет отрицательный заряд, она притягивает к себе положительно заряженные ионы, в частности ионы Ca^{2+} . При достаточном количестве в растворе ионов Ca^{2+} и CO_3^{2-} происходит осаждение кальцита CaCO_3 [5]. В результате образуется кальцит, который склеивает песчинки, что приводит к укреплению грунта [6]. В данной работе были применены разные виды бактериальных культур, отобранные из состава цемента, песка и природного мела. Авторы данной статьи провели научно-исследовательские работы по повышению прочностных свойств бетона на сжатие.

Материалы и методы. В качестве микроагентов, при разработке технологии повышения прочности строительных объектов, были выбраны различные виды бактериальных колонии из самого состава строительных материалов. Для скрининга уреолитических бактерий, использовали 14 видов бактерий. Уреаза активность бактерий проверяли путем посева культур на агаре Кристенсена с мочевиной. Состав (г/л): NaCl-5,0; пептон-1,0; глюкоза-1,0; KH_2PO_4 - 2,0; феноловый красный 0,0012 и агар-20,0; (pH-7,0). Добавляли стерилизованную мочевины с итоговой концентрацией 4% на 100мл. Среда разливалась в пробирки, и скашивались. Скошенный агар засеивали бактериями и инкубировали при 29 °C в течение 48 часов. Положительный результат оценивали визуально по изменению цвета среды от малинного до желтого цвета.

Результаты исследования. Научно-исследовательской группой выбран бактерии родом *S. pasteurii*, *S. ureae* и *B. thuringiensis*. После выделения бактерии из соответствующих источников, а именно из цемента, природного мела и песка, выполнен этап выделения культуральных клеток на питательные агаризованные среды. Для этого культуры выращивали на жидкой питательной среде, состоящей из 8 г/л питательного бульона (5 г/л пептона и 3 г/л экстракта мяса) при pH 7. В каждую питательную среду добавляли 10 г/л $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ для усиления спорообразования выращиваемых культур. Все жидкие питательные среды стерилизовали в автоклаве в течение 20 мин при 120°C при давлении 1,0 атм. Изучение способности штаммовых культур микроорганизмов выделять фермент уреазу показало, что из 14 исследуемых культур 6 культур были способны активно разлагать мочевины и 4 культуры показали слабое разложение мочевины. На рисунке представлено визуальное сравнение и изменение цвета среды вследствие разложения мочевины.



Рис.1 визуальное сравнение и изменение цвета среды посредством разложения мочевины.

В итоге было определено, что явные кристаллы были образованы из культуральных клеток бактерии рода *Sporosarcina*.

Количество жизнеспособных микроорганизмов определяли путем посева разбавленной взвеси клеток на пластину с питательным агаром и мочевиной. Количество термостойких спор рассчитывали путем посева после нагревания при 65 °С в течение 15 и 45 мин. На основе данных, установлено, что уреазоактивные бактерии способны осаждать кальций карбонат, тем самым образуя клейкий слой, служащим для упрочнения сооружения.

Обсуждения. Таким образом, было определено, что из всех семейств бактерии именно *Sporosarcina* выражает свою способность выработыванию осадка кальция карбоната путем явного проявления уреазной активности. Данные кристаллы являются подтверждающим агентом для повышения прочностных свойств строительных объектов, а именно бетона, что и обуславливается выдерживанием силы на сжатие. В дальнейшем, можно рассматривать и другие виды бактерии, способные образовать кристаллы кальцита с последующим образованием осадка кальция карбоната с целью разработки бактериальной суспензии на существующих трещин.

Заключение: Новейшая разработка по повышению прочности строительных объектов на основе уреазоактивных бактерий, безусловно увеличит срок годности строительных объектов. Предотвращается образование трещин путем применения данной бактериальной суспензии при стройке фундаментов.

Благодарности: Авторы данной статьи проявляют благодарность Ташкентскому государственному техническому университету и Ташкентскому архитектурному институту.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Maleki M., Ebrahimi S., Asadzadeh F., Emami M. Tabrizi Performance of microbialinduced carbonate precipitation on wind erosion control of sandy soilInt. J. Environ. Sci. Technol., 2016. 13:937–944.
2. Turakhodjaeva Fazilatkhon. Solution of Ecological Problems Using Biologically Active Additives//Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference, Vol.1, February 28, 2020, Warsaw, Poland.
3. Sembayev K.D., Sembayeva D.Zh., Danlybaeva G.A., Khassenova E.Zh., Sarsenova A.S., Moldagulova N.B. Screening for Ureolytic Microorganisms that are Promising for Grouting Sands//Journal of Biological Sci. 2019, №8.
4. Stocks-Fischer S., Galinat J.K. & Bang S.S., 1999. Microbiological Precipitation of CaCO₃. Soil Biol Biochem. 31 (11). 1563–1571.
5. Qian C., Wang R., Cheng L. & Wang J., 2010. The-ory of microbial carbonate precipitation and its ap-plication in restoration of cement-based materials defects. Chinese J Chem. 28 (5). 847–857. Montgomery R. A. Multi-purpose canister storage unit and transfer cask thermal analysis / R. A. Montgomery, K. A. Niemer, C. N. Lindner // American Society of Mechanical Engineers, Heat Transfer Division, (Publication) HTD. – 1997. – 350. – P. 45–54.
6. Jonkers H. M. At two component bacteria based self-healing concrete / H. M. Jonkers // Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting II. – 2009. – № 3. – P. 215–220.