

Разработка и применение биологически активных веществ в качестве связующих для формовочных смесей

Студенты Тураходжаева Ф.Н., Гиясов Ш.Б.
Научный руководитель - проф. Нарбаева Х.П.
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент

На сегодняшний день одной из основных задач при производстве машиностроительных деталей методом литья в песчано-глинистые формы является разработка методов повышения свойств, в первую очередь прочностных характеристик, связующего. При этом технологические характеристики связующего должны сохраняться и отвечать необходимым требованиям по газопроницаемости, газотворности, теплопроводности и огнеупорности [1]. В процессе производства отливок неизбежно выделяется ряд вредных микро- и макроэлементов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, соответственно при разработке методов повышения прочности смеси нельзя забывать об экологических аспектах.

Исследователи Ташкентского государственного технического университета занимаются разработкой биологически активных веществ в качестве добавок к связующему при изготовлении машиностроительных деталей методом литья в песчано-глинистые формы. Эти вещества вступают в реакцию и создают кристаллы кальцита, прочно связывающие частицы смеси между собой [2].

Результаты научно-исследовательских работ, проведенных в лабораторных условиях Ташкентского государственного технического университета по применению бактерий, показали, что некоторые из них связывают песок и глину, образуя защитный клеевой слой. Смесь активируется водой: при появлении трещин бактерии поглощают воду, образуя кальцит, который, в свою очередь, заполняет пустоты. Бактерия разрушает молекулы биологической среды, выделяя соль углекислоты, которая связывается с кальцием и образует кристаллы кальцита. Они прикрепляются к кварцевому зерну и увеличиваются в размерах и количестве, в некоторых случаях они достигают нескольких сотен микрометров в диаметре. Фермент – уреазы, который выполняет поистине глобальную роль при разложении мочевины до диоксида углерода, выделяющийся данными бактериями, ускоряет этот процесс в 10¹⁴ раз [3]. По способности ускорять реакцию гидролиза мочевины уреазы можно отнести к суперэффективным катализаторам, поскольку она снижает энергию активации реакции с 137 кДж/моль до 46 кДж/моль, что соответствует указанному ускорению. Иными словами, то количество мочевины, которое при участии уреазы разлагается за 1 минуту, в отсутствие последней будет разлагаться почти 2000 лет [4].

Эту реакцию можно рассматривать как процесс экологической минерализации органического азотистого шлака. В результате ферментативного процесса (энзиматической реакции) водорастворимый нелетучий органический субстрат – мочевина, трансформируется в летучие продукты – аммиак и диоксид углерода [5].

Для исследовательских работ применялась смесь с кислотным числом pH ~ 12: известь (оксид кальция, CaO) – 60%, диоксид кремния (SiO₂) – 20%, глинозем (Al₂O₃) – 4%, оксид железа (Fe₂O₃) – 2%, оксид магния (MgO) – 1%. В общем случае, цемент содержит 70% неорганических веществ, 20% органических веществ и 10% воды.

Для исследования в данной работе также применялся формовочный песок.

Для скрининга уреолитических бактерий, содержащих в себе большой титр уреазной активности, были использованы 14 видов бактерий. Их уреазная активность проверялась путем посева культур на агаре Кристенсена с мочевиной.

Состав (г/л): NaCl-5,0; пептон – 1,0; глюкоза – 1,0; KН₂PO₄ - 2,0; феноловый красный 0,0012; Агар – 20,0.

Среда имела рН на уровне 7,5. Затем добавлялась стерилизованная мочевины с итоговой концентрацией 4% на 100 мл. Среда разливалась в пробирки, засеивалась бактериями. Пробирки помещались в инкубатор и выдерживались при 29 °С в течение 48 часов [6]. Положительный результат оценивался визуально по изменению цвета среды, цвет изменялся от малинового до желтого. Контролем служила стерильная среда без бактерий (рисунок 1).

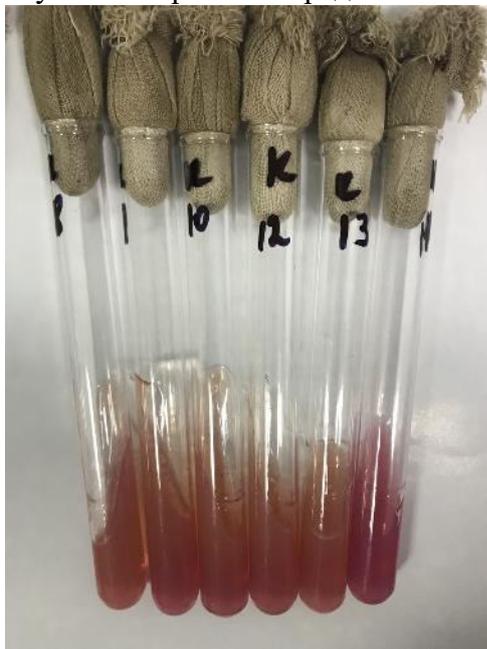


Рисунок 1 - Пробы для определения среды

Во время процесса разложения мочевины наблюдалась, что рН сред значительно увеличился – до 9,5, что и способствовало образованию более прочных связей (рисунок 2). Нужно отметить, что формовочная глина является более хорошим объектом для размножения бактерий, чем формовочный песок. В свою очередь в формовочной смеси связующие свойства формовочной глины могут увеличиваться в несколько раз при обеспечении необходимой среды для размножения бактерий. Основными показателями среды для бактерий данного типа являются температура и влажность.

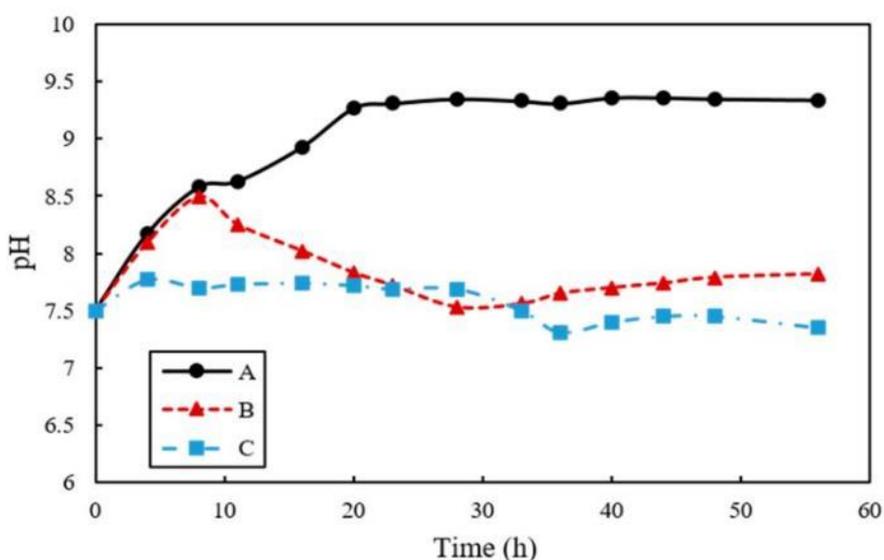


Рисунок 2 - Изменения рН в мочевино-лактатной среде со временем

Изучение способности штаммовых культур микроорганизмов выделять фермент уреазу показало, что из 14 исследованных культур 6 были способны активно разлагать мочевины и 4 культуры показали слабую активность.

Таким образом, по результатам научно-исследовательских работ, была отобрана культура под №14, обладающая высокой уреазной активностью и способностью увеличивать прочность формовочной смеси.

Литература.

1. Афанасьев В.Г. Научное управление обществом. - М., 1997. - С. 158.
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. Боголюбов С.А. Экологическое право. -М., 2007. - С. 59-64.
4. Sumner J. B. Chemistry of enzymes and methods of their research. М.: Chemistry, 1948. With. 78-109.
5. Гиззатова Г. Л.1, Шипаева Т. А. Уреаза - ключевой фермент биодegradации мочевины. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.175.
6. Turakhodjaeva F. Methods to Improve the Mechanical Properties of Biomass//Processing and Fabrication of Advanced Materials –XXVII. Jonkoping, SWEDEN, 27-29 may 2019, pp.396-403.