

**ПОВЫШЕНИЕ БИОСТОЙКОСТИ КОСТРОБЕТОНА
ДОБАВКОЙ ПИРОГЕННОГО МИКРОКРЕМНЕЗЕМА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО СОЕДИНЕНИЯМИ СЕРЕБРА,
МЕДИ И ЦИНКА**

В.И.Юсипчук, Д.С.Линник, Е.С.Шинкевич

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Для производства строительного композита на основе целлюлозосодержащего заполнителя растительного происхождения применяют различные виды вяжущего. Целлюлозосодержащие заполнители растительного происхождения (в данном случае, костра конопля) оказывают существенное влияние на процессы структурообразования, структурно-механические и эксплуатационно-строительные свойства композитов.

Костра, как и многие другие целлюлозосодержащие заполнители растительного происхождения, наряду с присущими им ценными свойствами, такими как малая средняя плотность, не дефицитность, хорошая смачиваемость, легкость обработки и др., имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение материала высокой прочности [1-3].

К специфическим особенностям целлюлозосодержащих заполнителей, отрицательно влияющих на процессы структурообразования, прочность и стойкость композиции костравяжущее к влагопеременным воздействиям, а также на технологические процессы производства, относятся: повышенная химическая активность, значительная степень объемных влажностных деформаций (усушка, разбухание) и развитие давления набухания, сравнительно высокие проницаемость и проводимость, наличие упругопластических свойств, низкая адгезия по отношению к вяжущему, резко выраженная анизотропия в разных структурных направлениях (для растительного заполнителя), значительная упругость при уплотнении смеси.

Степень влияния этих свойств заполнителей растительного происхождения на процессы структурообразования и физико-механические свойства костробетона различна. Поэтому для получения высококачественных изделий на разных видах вяжущего должна учитываться и технология их производства [1-3].

Поисковые исследования вяжущего для строительного композита на основе костры конопли предусматривали широкий набор вариантов. Выбор вариантов исходил из соображений, связанных с определенными ограничениями и начальными условиями, продиктованными требованиями технологичности получения композита, затрат на исходные материалы, прогнозируемыми производственными затратами, длительностью технологического цикла получения строительных изделий из композита и др. В составе этих требований особое место уделяется вопросам экологичности и биостойкости.

Для получения материала на основе костры конопли в качестве вяжущего в поисковых экспериментах опробовано 6 вариантов, представленных в таблице 1. В экспериментальных исследованиях использованы сырьевые материалы: цемент М500 Д0 ПАТ "Подольский цемент", высокопрочный гипс марки Г10 ПАТ "Гипсовик" Каменец-Подольский, известь кальциевая гашенная (пушонки) ПАТ "Гипсовик" Каменец-Подольский, магниезиальное вяжущее (цемент Сореля), жидкое натриевое стекло с модулем 2,5-3 ООО "Домановский производственно-торгов. комбинат", добавки-модификаторы.

На основании проведенных поисковых исследований для различных видов и вариантов вяжущего (табл. 1) можно говорить о достоинствах и недостатках материала, технологических особенностях его получения.

Недостатком кострбетона на цементном, известковом и известь содержащем вяжущем является относительно продолжительный срок набора марочной прочности. Другой недостаток связан с тем, что древесина содержит легкогидролизуемые и экстрагируемые вещества типа сахаров, являющихся вредными для этих видов вяжущего. Сахара состоят в основном из углеводородных групп НОСН, осаждаясь на поверхности частичек минералов цемента и извести, образуют тончайшие оболочки, которые изолируют частицы от воды и замедляют ход процессов гидролиза и гидратации.

Для нейтрализации действия сахаров в технологии применяются специальные приемы, сущность которых может заключаться в следующем: в частичном удалении этих веществ из костры; в переводе сахаров в нерастворимые или безвредные соединения; в использовании добавок-ускорителей твердения. Относительно простой способ нейтрализации сахаров считается введение в смесь различных «минерализаторов», таких как хлористый кальций, жидкое стекло, сернокислый глинозем и их комбинации, которые одновременно

являются ускорителями твердения.

Таблица 1

Композиты на основе костры конопли с различными видами вяжущего: исходные компоненты и варианты вяжущего, средняя плотность и состав.

№	Наименование вяжущего	Исходные компоненты	Средняя плотность полученного композита, кг/м ³	Ориентировочный расход вяжущего на 1 м ³ материала, кг
1	ГЦПВ	1.1 ГЦПВ	300...350	Гипс-400 Цемент-80 Пуццолана -20
		1.2 ГЦПВ+добавки-модификаторы	280...300	——"———
2	Цемент	2.1 Цемент	450	250
3	Известь	3.1 Известь+добавки-модификаторы	280...300	Известь — 310
		3.2 Известь + трепел+ добавки-модификаторы	300...350	Известь — 175 Трепел- 175
		3.3 Известь +цеолит+добавки-модификаторы	350...450	Известь -150 Цеолит -150
4	Цемент Сореля	4.1 MgO+MgCl	600...700	MgO+MgCl - 350
5	Жидкое стекло	5.1 Жидкое стекло + наполнитель+отвердитель	450..500	Жидкое стекло - 130 Наполнитель-130

Использование в качестве связующего извести в композиции с различными наполнителями позволило получить материал с плотностью 300-350 кг/м³ в случае применения наполнителя в виде трепела и 350-450 кг/м³ в случае применения наполнителя в виде цеолита. Структура образцов имела низкую прочность из-за плохого склеивания костры в единый конгломерат. Для ускорения процессов схватывания и твердения материала, обеспечения его прочности дополнительно потребовалась его сушка при температуре до 60°C.

Применение жидкого стекла с наполнителем позволяет получать композит плотностью 450-500 кг/м³. Достоинством этого связующего является то, что оно хорошо связывается с кострой и в сочетании с добавками обеспечивает материалу с таким заполнителем необходимую биостойкость, огнестойкость и достаточную механическую прочность. На его твердение не оказывают влияния сахара и реактивные вещества, находящиеся в древесине. Однако данное связующее обладает высокой стоимостью.

Композиты на основе ГПЦВ имеют хорошее сцепление костры с вяжущим; прочностные показатели удовлетворительны; распалубочная прочность достигается через 3-5 ч. (в зависимости от марки гипса, сроков схватывания, водогипсового отношения); проблемы с сахарами для этого вида связующего не так актуальны. После твердения композит на ГЦПВ характеризуется относительно невысокой влажностью. ГЦПВ обладая коротким сроком схватывания, ограничивают время формования материала. Для замедления начала схватывания потребовалось введение добавок - замедлителей гидратации гипса.

Таким образом, на основании проведенных поисковых исследований установлено, что наиболее высокими и удовлетворяющими требования по плотности и прочности свойствами обладает костробетон на ГПЦВ (рис.1).

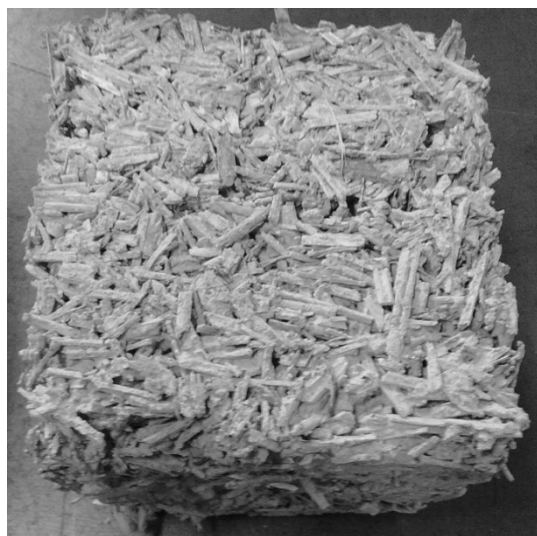


Рис.1 Костробетон на ГПЦВ

На следующем этапе исследования проведен анализ возможности повышения биостойкости костробетона на ГПЦВ нанодобавкой высокоактивного пирогенного микрокремнезема, модифицированного соединениями серебра, меди и цинка.

Высокодисперсный кремнезем широко используется в качестве неорганического наноразмерного компонента полимерных, органических и неорганических композитов [4]. Высокоразвитая поверхность и особенное строение пирогенного кремнезема позволяет использовать его в качестве матрицы для формирования наноразмерных металлооксидных, углеродных и металлических структур (нанодобавок), используя методы химического модифицирования поверхности [5-7].

В работе использовался высокоактивный пирогенный кремнезем модифицированный соединениями серебра, меди и цинка. Исследованы основные характеристики костробетона на антимикробную активность в отношении тест-штаммов некоторых микроорганизмов.

Полученные наноконпозиции были исследованы на антибактериальную активность в отношении широкого спектра микроорганизмов.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ для оценки активности препаратов использовали штаммы *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus aureus* 209, *Candida albicans* ATCC 885/653.

Микробная нагрузка составляла 10^7 микробных клеток на 1 мл среды и устанавливалась за стандартом McFarland. В работу брали 18-24 часовую культуру микроорганизмов и 24-48 часовую культуру грибов. Работу проводили на основании стандартных методик по нормативным документам "Бактеріологічний контроль поживних середовищ" [8].

Для синтеза наноконпозиций использован метод механо-химического сольватно-стимулированного модифицирования. [5-7] Расход реагентов указан в таблице 2. В наименовании образцов цифрой указано содержание металла в %.

После механо-химической обработки порошки подвергались термической обработке на воздухе при температуре 400-550 °С.

Оценку полученных наноконпозиций проводили методом рентгенофазного анализа (РФА). Прокаливание при 550 °С образца с содержанием серебра 10 вес.%, показало формирование частиц металлического серебра размером 10 нм.

Дополнительная информация о строении наноконпозиций получена

методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ): в образцах наблюдаются двойниковые кристаллические образования округлой формы.

Таблица 2
Расход соли металлов (г) на 100 г кремнезема

Соль	Ag/SiO ₂ 2%	Ag/SiO ₂ 5%	Ag/SiO ₂ 10%	Cu _x O _y /SiO ₂ 1,3%	Zn _x O _y /SiO ₂ 1,3%
AgNO ₃	3,4	8,4	16,8	-	-
Cu(CH ₃ COO) ₂ · 2H ₂ O	-	-	-	3,6	-
Zn(CH ₃ COO) ₂ · 2H ₂ O	-	-	-	-	4,4

Вывод. Антибактериальная активность препаратов методом диффузии в агар в отношении тест-штаммов показала что, в ряду кремнеземистых нанкомпозиций с различным содержанием металлического серебра активность возрастает в последовательности 10% > 2% > 5%. Поэтому для использования в котробетоне были рекомендованы нанкомпозиции с 10-процентным содержанием серебра (от содержания высокоактивного пирогенного кремнезема).

Summary

An analysis of the possibility of increasing the biological stability HEMPCRETE on gypsum cement pozzolanic binder additives highly active pyrogenic silica fume, the modified compounds of silver, copper and zinc.

Литература

1. ADAS 2005; UK Flax and Hemp production: The impact of changes in support measures on the competitiveness and future potential of UK fibre production and industrial use; Report compiled by ADAS Centre for Sustainable Crop Management for DEFRA available at www.defra.gov.uk: accessed FEB 2006.

2. Karus M. 2005, European hemp industry 2001 till 2004: Cultivation, raw materials, products and trends; European Industrial Hemp Association (EIHA): www.eiha.org, Accessed Feb 2006.

3. Шинкевич Е.С., Линник Д.С., Юсипчук В.И. Экостроительство из арболитобетона на основе композиционного гипсового вяжущего. Строительные материалы, изделия и санитарная техника, научно-технический сборник, 2014, №52, с.112-116.

4. Айлер Р. Химия кремнезема. В 2-х томах. Пер. с англ. М.: Мир, 1982.-1543с.

5. Нанокompозиты M_xO_y/SiO_2 на основе ацетатов Ni, Mn, Cu, Zn, Mg/ В.М. Богатырев, Л.И. Борисенко, Е.И. Оранская, М.В. Галабурда / «Химия, физика и технология поверхности» Межведомств. сборник научн. трудов, вып. 15.-Киев: Наукова думка, 2009.-С.294-302.

6. Исследование влияния добавок на скорость гидратации оксида кальция методом рентгенофазного анализа. В.М. Богатырев, Л.И. Борисенко, В.И. Юсипчук./ «Поверхность», сборник науч. трудов вып. 6(21).институт Химии поверхности НАНУ, Киев 2014.

7. Влияние содержания металлов на структурные характеристики неорганических нанокompозитов M_xO_y/SiO_2 и $C/M_xO_y/SiO_2$ / В.М. Богатырев, Е.И. Оранская, В.М. Гунько, Р. Лебода, Я. Скубишевская-Зиеба / ЖХФТП.-2011.-Т.2, № 2.-С. 135-146.

8. Бактеріологічний контроль поживних середовищ. Інформаційний лист МОЗ України № 05.4.1/1670, Київ, 2001.