

само відштовхуючись від побажань клієнтів, – це і робить кожен інтер'єр не схожим на інший, більш індивідуальним.

Інтер'єр яхти нагадує обстановку в будинку, використовуються ідентичні меблі, аксесуари, створюється домашній затишок. Єдине при оформленні яхт меблі в основному робляться на замовлення або виготовляються фірмами, які роблять їх для морських суден. В інтер'єрі яхти важливі простір і зручний прохід.

Використання. Урахування особливостей в сучасних інтер'єрах яхт для підвищення комфорту та покращення перебування на ній.

Висновки. Характерні риси інтер'єрів сучасних яхт полягають в тому, що вони знаходяться в кращому з дизайнерської точки зору стані, ніж в круїзних судах. Дизайн яхт більш різноманітний і індивідуальний. Об'єднує оформлення яхт такі фактори як комфорт, естетика та безпека.

Стаття надійшла до редакції у грудні 2013р.

УДК 693.542

Савенков А.И., к.т.н., доц.

Баранова А.А., ст. преподаватель⁴⁴

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИКРОКРЕМНЕЗЁМА НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Аннотация. Изложены результаты исследования влияния микрокремнезёма на прочность, теплопроводность и влажность неавтоклавного пенобетона.

⁴⁴ © Савенков А.И., Баранова А.А.

Ключевые слова: микрокремнезём, теплопроводность, влажность, прочность, неавтоклавный пенобетон, гиперпластификатор.

Развитие бетонных технологий в последние десятилетия связано с созданием бетонов нового поколения, обладающих уникальными технологическими возможностями, высокими показателями прочности и долговечности. Применение в составе этих бетонов ультрадисперсных активных минеральных добавок с высоким содержанием диоксида кремния в некристаллическом состоянии позволяет производить и успешно эксплуатировать материалы высокой (55÷80 МПа) и сверхвысокой (свыше 80 МПа) прочности, низкой проницаемости, повышенной коррозионной стойкости.

Под ультрадисперсными кремнезёмами (УК) понимают кремнезёмы техногенного происхождения - продукты гидрохимического или газохимического синтеза, характеризующиеся высоким содержанием аморфного кремнезёма с развитой удельной поверхностью. Несмотря на значительные различия свойств таких продуктов, связанные с особенностями физико-химической природы и условиями синтеза, общим свойством для их применения в технологии цементных бетонов является способность к активному взаимодействию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в ходе гидратации цемента. Активность такого взаимодействия существенно превышает активность, характерную для традиционно применяемых в технологии цемента и бетона пуццолановых добавок - природных кремнезёмов (трепела, опоки, диатомита и др.). Химическая активность УК в сочетании с высокой удельной поверхностью сделала их эффективным компонентом современных цементных бетонов.

Наиболее изученным и распространённым на практике представителем ультрадисперсных кремнезёмов является микрокремнезём (МК), образующийся попутно в результате конденсации из газовой фазы при выплавке кремниевых сплавов (ферросилиция, силикохрома, силикомарганца). В бетонных технологиях применение МК получило развитие в 70-х годах прошлого века и, первоначально было обусловлено преимущественно возможностью его утилизировать без существенной потери в свойствах бетона. Еще раньше в бетонные смеси с этой же целью стали вводить доменные шлаки и золы уноса ТЭЦ, которые и по настоящее время являются кремнезёмсодержащими промышленными отходами, наиболее широко используемыми в качестве наполнителей бетона. По сравнению с ними МК характеризуется большим содержанием SiO_2 и большей дисперсностью. [1]

На территории ЗАО «Кремний» (г.Шелехов, Иркутская область) хранятся многотонные отходы микрокремнезёма в шлам-бассейне. Поэтому вопрос об их утилизации очень актуален.

Целью исследований было определить влияние микрокремнезёма на подвижность пенобетонной смеси и на такие физико-механические характеристики неавтоклавного пенобетона, как прочность, теплопроводность и влажность.

В исследованиях использовались цемент марки ПЦ-ДО-500 ОАО «Ангарский цемент», микрокремнезём (химический состав микрокремнезёма дан в таблице 1) ЗАО «Кремний» (г. Шелехов), гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов «МС-Power-Flow-3100» плотностью $1,09 \text{ г/см}^3$ и синтетический пенообразователь на основе силиконов «Пента Пав 430А».

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

Состав пенобетонной смеси подбирали из расчёта получения пенобетона марки D400. Концентрация водного раствора пенообразователя составляла 2,5 %, кратность пены – 22÷23. Приготовление пены осуществлялось дрелью со специальной насадкой в лабораторных условиях. Пенобетонную смесь получали по отдельной двухстадийной (классической) схеме.

Таблица 1
Химический состав микрокремнезёма

Наименование	Содержание, % по массе
SiO ₂	91,1
Al ₂ O ₃	0,021
Fe ₂ O ₃	0,039
CaO	1,4
MgO	0,44
SO ₄	0,36
CO ₂	0,015
F	0,044
C _{общ}	6,94
C _{своб}	6,08

Микрокремнезём вводился в состав смеси в качестве заполнителя, т.к. является отходом производства и требует утилизации, и активной минеральной добавки.

Цементное тесто с добавкой разного количества микрокремнезёма, а также микрокремнезёма и гиперпластификатора приготавливалось ручным способом в соответствии с [2].

Подвижность цементного теста определялась вискозиметром Сутгарда в соответствии с [3].

Результаты испытаний изображены на рисунке 1.

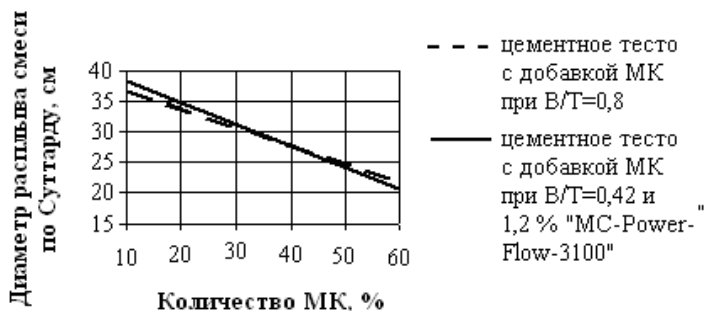


Рис. 1 – Подвижность цементного раствора с добавкой микрокремнезёма в количестве 10÷60 % и 1,2 % гиперпластификатора «МС-Power-Flow-3100».

Для того чтобы определить влияние МК и совместное влияние МК и гиперпластификатора на прочность, влажность и теплопроводность пенобетона, из контрольного состава пенобетона (без добавок) и пенобетонной смеси с добавкой разного количества МК и гиперпластификатора были изготовлены кубы размером 10x10x10 см. После 28 суток нормального твердения кубы были высушены до постоянной массы в соответствии с [4] и испытаны на сжатие в соответствии с [5] и на теплопроводность в соответствии с [6]. Результаты испытаний сведены в таблицы 2, 3, 4 и изображены на рисунке 2.

Таблица 2
Влажность пенобетонных образцов

Кількість МК, %	Влажность образцов без гиперпластификатора, %	Влажность образцов с гиперпластификатором, %
0	29,0	21,5
10	33,5	16,4
20	38,3	24,1

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

30	41,1	25
40	40,8	14,5
50	46,8	16,3
60	50,4	15,3

Таблиця 3

Прочність при сжатии пенобетонных образцов с добавкой микрокремнезёма

Количество микрокремнезёма, %	Прочность при сжатии, МПа (без гиперпластификатора)	Средняя плотность, кг/м ³	Количество микрокремнезёма, %	Прочность при сжатии, МПа (с випер Пластификатором)	Средняя плотность, кг/м ³
0	0,64	444	0	0,64	444
10	1,67	466	10	1,55	442
20	2,36	491	20	1,47	448
30	3,43	560	30	1,73	438
40	1,42	435	40	1,39	453
50	1,44	466	50	4,5	566
60	1,21	475	60	3,3	506

Таблиця 4

Теплопроводность пенобетонных образцов

Количество МК, %	Теплопроводность пенобетонных образцов без гиперпластификатора	Теплопроводность пенобетонных образцов с гиперпластификатором
0	0,106	0,106
10	0,088	0,105
20	0,12	0,110
30	0,12	0,106
40	0,105	0,086
50	0,107	0,123
60	0,119	0,112

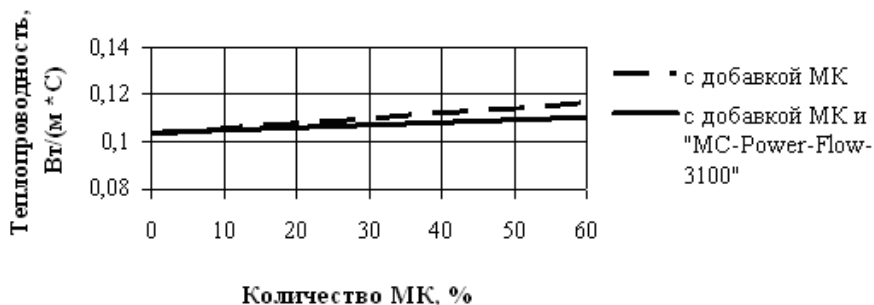


Рис. 2 – Теплопровідність образців неавтоклавного пенобетона с содержанием МК и гиперпластификатора «МС-Power-Flow-3100».

Для контрольного пенобетонного образця и образцов с пластифицирующими добавками был проведён рентгенофазовый анализ, результаты которого сведены в таблицу 5.

Таблица 5
Результаты рентгенофазового анализа

№ образца	Количество полученных соединений, %					
	3Ca ₃ O·SiO ₂	Ca(OH) ₂	MgO	SiC	SiO ₂	SiO ₂
1	29,81	60,31	9,88	-	-	-
2	26,13	44,75	12,28	11,42	1,84	3,58
3	34,71	13,36	13,07	27,09	3,27	8,50
4	39,68	31,68	8,97	14,01	-	3,97
5	41,17	9,49	11,15	26,24	-	8,79

Примечание к таблице 5: образец № 1 – контрольный (без добавок с диаметром расплыва по Сутгарду пенобетонной смеси 25 см); образец № 2 – с добавкой 30% МК (диаметр расплыва по Сутгарду пенобетонной смеси 25 см); образец № 3 – с добавкой 50% МК (диаметр расплыва по Сутгарду пенобетонной смеси 25 см); образец № 4 – с

добавкой 30% МК и «МС-Power-Flow-3100» (диаметр расплыва по Суттарду пенобетонной смеси 25 см); образец № 5 – с добавкой 50% МК и «МС-Power-Flow-3100» (диаметр расплыва по Суттарду пенобетонной смеси 25 см)

Проанализировав полученные результаты, авторы установили, что: – так как микрокремнезём является ультрадисперсным материалом, то с увеличением содержания в смеси МК, её подвижность уменьшается (рис. 1), соответственно, приходится увеличивать водотвёрдое отношение, для того чтобы получить необходимую вязкость смеси по СН-277-80. Впоследствии это приводит к увеличению влажности готового пенобетона (табл. 2); - добавка гиперпластификатора в смесь с микрокремнезёмом снижает водотвёрдое отношение пенобетонной смеси с 0,8 до 0,42, что уменьшает влажность пенобетонных образцов (табл. 2) и увеличивает их прочность (табл. 3); - максимальный прирост прочности пенобетонных образцов по сравнению с контрольными образцами наблюдается при добавлении микрокремнезёма в количестве 30 % без гиперпластификатора и в количестве 50 % с добавкой 1,2 % гиперпластификатора «МС-Power-Flow-3100» (табл. 3). Данный эффект вызван тем, что $\text{Ca}(\text{OH})_2$ химически связывается с микрокремнезёмом, что подтверждается данными рентгенофазового анализа (табл. 5); - введение микрокремнезёма в состав пенобетонных образцов не существенно влияет на их теплопроводность (рис. 2), так как он не значительно изменяет пористую структуру.

Положительное влияние МК на структуру и физико-механические характеристики бетона обусловлено двумя причинами: пуццоланической активностью МК, а также

высокой дисперсностью его частиц, которая придаёт ему свойства ультрадисперсного наполнителя, заполняющего пространство между зёрнами цемента. Участие МК в образовании продуктов гидратации приводит к снижению капиллярной пористости, и в то же время к увеличению количества мельчайших гелевых пор, входящих в состав кальциевосиликатного гидрогеля. Изменение поровой структуры камня сопровождается увеличением прочности пенобетона [1].

Библиографический список

1. Брыков А.С. Ультрадисперсные кремнезёмы в технологии бетонов. Учебное пособие – СПбГТИ(ТУ), 2009. - 27 с.
2. ГОСТ 310.3-2003 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объёма.
3. ГОСТ 23789-79 Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
4. ГОСТ 12730.2-78 Бетоны. Метод определения влажности.
5. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
6. ГОСТ 7076-87 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности.

Annotation. The article deals with the test results of the influence of the microsilica on the strength, heatconduction and moisture of non-autoclave foam.

Keywords: microsilica, heatconduction, moisture, strength, non-autoclave foam, giperplastificator.

Анотація. Викладено результати досліджень впливу мікрокремнезему на міцність, теплопровідність та вологість неавтоклавного пінобетону.

Ключові слова: мікрокремнезем, теплопровідність, вологість, міцність, неавтоклавний пінобетон, гіперпластифікатор.

Стаття надійшла до редакції у грудні 2013р.