

МиОСК

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ**

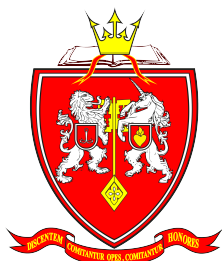
*Материалы международного
научно-технического семинара*

**MODELLING AND OPTIMIZATION
OF BUILDING COMPOSITES**

Proceedings of International Seminar

2017

**Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Технический университет Молдовы**



МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

**Материалы международного
научно-технического семинара**

Одесса, 16-17 ноября 2017

MODELLING AND OPTIMIZATION OF BUILDING COMPOSITES

Proceedings of International Seminar

Odessa, November 16-17, 2017

УДК 004.942:691

*Рекомендовано до друку Вченою Радою
Одеської державної академії будівництва та
архітектури (протокол №2 від 26 жовтня 2017 р.)*

*Моделювання та оптимізація будівельних композитів : мат-ли
міжнар. науково-техн. семінару. – Одеса : ОДАБА, 2017. – 111 с.
ISBN 978-617-7195-44-2*

Международный научно-технический семинар по моделированию и оптимизации строительных композитов (**МуОСК**) продолжает традицию кафедры процессов и аппаратов в технологии строительных материалов. С момента основания кафедрой руководил заслуженный деятель науки и техники, д.т.н., профессор В.А. Вознесенский (1934-2012). Виталий Анатольевич создал и возглавлял Совет по компьютерному материаловедению при Международной инженерной академии. Под его руководством с 1996 по 2008 год в Одесском доме ученых проводились международные семинары по моделированию и оптимизации композитов (МОК'35-47). В 2014 году прошел семинар, посвященный 80-летию В.А. Вознесенского. Материалы **МуОСК** 2017 г. охватывают вопросы строительного материаловедения, применения экспериментально-статистического моделирования в этой области знаний и 3D-моделирования процессов (аппаратов). Оргкомитет (**patsm@ukr.net**) не всегда разделяет мнение авторов.

Міжнародний науково-технічний семінар з моделювання та оптимізації будівельних композитів (**МтаОБК**) продовжує традицію кафедри процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів. З моменту заснування кафедрою керував заслужений діяч науки і техніки, д.т.н., професор В.А. Вознесенський. Віталій Анатолійович створив та очолював Раду з комп'ютерного матеріалознавства при Міжнародній інженерній академії. Під його керівництвом з 1996 по 2008 рік в Одеському домі вчених проводились міжнародні семінари з моделювання та оптимізації композитів (МОК'35-47). У 2014 році пройшов семінар, присвячений 80-річчю В.А. Вознесенського. Матеріали **МтаОБК** 2017 р. охоплюють питання будівельного матеріалознавства, застосування експериментально-статистичного моделювання в цій області знань та 3D-моделювання процесів (апаратів). Оргкомітет (**patsm@ukr.net**) не завжди поділяє думку авторів.

International Seminar "Modelling and Optimization of Building Composites" continues the tradition of the Department of Chemical Engineering at Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. The head of the department (from its founding) Professor V.A. Voznesensky (1934-2012), D.Sc., honoured scientist, had organized and headed the Scientific Council on Computational Materials Science at International Academy of Engineering. Under his leadership the International Seminars on Modelling and Optimization of Composites (MOC'35-47) were conducted in 1996-2008, in Odessa House of Scientists. The seminar of 2014 commemorated the 80th anniversary of the birth of Vitaly Voznesensky. The Proceedings of the present seminar cover the issues of building materials science, of experimental-statistical modelling in this field of knowledge, and of 3D-modelling of the processes and apparatuses.

Редакционная коллегия: **Суханов В.Г.**, д.т.н., проф.; **Хлыцов Н.В.**, к.т.н., доц.; **Барабаш И.В.**, д.т.н., проф.; **Выровой В.Н.**, д.т.н., проф.; **Керш В.Я.**, к.т.н., проф.; **Ляшенко Т.В.**, д.т.н., проф.; **Русу И.В.**, д.т.н., проф.

Ответственные за выпуск: **Антошок Н.Р.**, к.т.н., доцент; **Довгань А.Д.**, к.т.н., доцент.

УДК 004.942:691

ISBN 978-617-7195-44-2

© Одеська державна академія
будівництва та архітектури, 2017

ПРЕДПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПЕСЧАНОГО БЕТОНА

Довгань А.Д., Довгань П.М., Ляшенко Т.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

***Abstract.** Relevance and efficiency of using fine grain concrete to produce decorative facade element is considered. The reasons to introduce fine and fibrous mineral fillers together with polycarboxylate admixture in order to get durable decorative concrete are presented.*

***Key words:** fine grain concrete, fine zeolite, alkali resistant glass fibre, polycarboxylate admixture*

Искусственный декоративный камень – это прекрасный пример передовых технологий и времени. Одной из отличительных черт искусственного камня является, наряду с заданными эксплуатационными характеристиками, многообразие фактур и цветовых решений. Подобная разновидность дает возможность реализации различных дизайнерских идей в архитектуре и садово-парковом ландшафтном дизайне, которые не будут требовать чрезмерных затрат, как это характерно в отношении натурального камня. Из природных материалов наиболее широко используется камень-песчаник, характеризующийся простотой в обработке и обладающий высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям.

Камень-песчаник относится к группе осадочных горных пород, образовавшийся путем цементации зерен песка при просачивании через них разнообразных минеральных растворов [1]. Однако применение природного камня в строительстве для изготовления декоративных отделочных изделий сопряжено с множеством сложностей: во-первых, использование дорогостоящего различного камнеобрабатывающего оборудования; во-вторых – тяжесть и массивность фасадных элементов требуют особой подготовки изделий и поверхности основания для их укладки и монтажа, все это обуславливает высокую стоимость проведения производственных работ.

Наиболее эффективным решением данной задачи является изготовление искусственного камня. В основе его производства

используются белые и/или серые портландцементы, природные пески, отходы горнодобывающей промышленности, цветные железистые пигменты, армирующие волокна, химические добавки и вода. Присущие им свойства и структура строения, позволяют эффективно управлять как механическими показателями готовых изделий, так и реологическими параметрами смеси.

Целью данной работы является получение эффективного песчаного бетона на естественных песках, не уступающего по своим эксплуатационным и декоративным характеристикам природному камню-песчанику.

Применение песчаных бетонов в производстве фасадных элементов объясняется их высокой технологичностью и возможностью получения однородной высококачественной лицевой фактуры изделий. Однако таким бетонам присущи недостатки, обусловленные в первую очередь его структурой. Большая удельная поверхность мелких заполнителей приводит к повышенному расходу цементного вяжущего, способствует воздухоовлечению, а отсутствие жесткого каменного скелета в растворе содействует повышению усадочных деформаций при гидратации цемента и снижению модуля упругости материала. Устранение перечисленных недостатков возможно за счет повышения его плотности и соответственно прочности, путем оптимизации гранулометрического состава песка [2], наполнением минеральными добавками (МД) различной природы (вида) и использованием эффективных суперпластифицирующихся добавок [3].

Введение в песчаный бетон минеральных наполнителей позволит релаксировать напряжение при структурообразовании цемента, повышая тем самым однородность по прочности и деформативности, а также – поглощать энергию роста трещин, останавливая их рост за счет ветвления и, как следствие улучшать его физико-механические показатели. Однако использование в растворах активных МД, характеризующихся достаточно высокой тонкостью помола и развитой поверхностью зерен неминуемо связано с необходимостью применения высокоэффективных добавок-пластификаторов. Совместное применение минеральных добавок и пластификаторов снижает пористость в контактной зоне, реализуется более плотная упаковка исходной матрицы за счет распределения тонкодисперсных частиц в межзерновых пустотах и получение более высокой призмной прочности путем увеличения количества контактов цементного камня с заполнителями. С этой точки зрения тонкодисперсный клиноптилолитовый цеолит является эффективным наполнителем в цементных системах. Следует также отметить,

наполнение последних цеолитсодержащими породами повышает их пластическую прочность [4], улучшает удобоукладываемость растворной смеси и снижает тепловыделение твердеющей системы, что особенно важно для цементов, характеризующихся повышенным содержанием C_3A [5].

Для модификации песчаного бетона совместно с цеолитовым наполнителем применен суперпластификатор на поликарбоксилатной основе. Поликарбоксилатная добавка является высокоэффективным диспергатором и разжижителем поскольку промежутки между тонкодисперсными частицами полностью смачиваются еще на стадии перемешивания смеси (проявляется совокупный электростатический и стерический эффект добавки за счет боковых гидрофобных полиэфирных цепей молекулы поликарбоксилатного эфира) [3], позволяет снизить воздуховолачение до 33% [6] и обеспечивает высокую раннюю прочность растворов из высокоподвижных смесей, что немаловажно при изготовлении изделий естественного твердения [7].

В качестве минерального жесткого каркаса раствора предлагается использовать смесь природных чистых песков крупной и мелкой дисперсности, фракцией более 0,16 мм, разных месторождений, характеризующиеся непрерывным зерновым составом и позволяющие придать насыщенность и яркость изделиям, имитирующих природный камень-песчаник. Изготовление песчаных бетонов высокой плотности и прочности основывается на минимальной пустотности и однородности его структуры. Следует заметить, что в растворах при относительно небольшом расходе цемента, когда вяжущее тесто заполняет в основном пустоты, большое значение приобретает межзерновая пустотность песка и его способность уплотняться под действием внешних факторов [2, 8]. Для выполнения этих требований проводились предварительные испытания естественных песков по определению их качественных характеристик с разным количественным соотношением. Полученные результаты по модулю крупности, истинной и насыпной плотности, пустотности, средней крупности зерен и расчетной удельной поверхности (по формуле А.С. Ладинского) позволили определить диапазон оптимальных соотношений песков для растворов.

В любом искусственном камне, даже хорошо запроектированном, можно найти нарушения структуры и микротрещины, образующиеся не только на ранних стадиях его твердения, а и в процессе эксплуатации готовых изделий, несмотря на введение при их производстве эффективных химических и тонкодисперсных минеральных добавок, а также оптимального гранулометрического

состава мелкого заполнителя. Как известно, разрушение бетона (раствора) всегда начинается в местах образования микротрещин еще до приложения нагрузки [3]. Противостоять появлению негативных процессов на начальных стадиях твердения смеси и развитию микротрещин в растворе возможно введением в его состав тонковолокнистых высокодисперсных щелочестойких стеклянных волокон, обладающих большим модулем упругости, чем цементный камень и песчаный бетон. Малая дозировка таких волокон обеспечивает достаточно большое их содержание в бетоне, равномерно распределенные нити повышают сопротивление формированию трещин в материале. Равномерно распределяясь в бетоне они не видны вооруженным глазом на лицевой поверхности готового изделия. Следует заметить, что наилучших результатов свойств песчаного бетона, армированного высокодисперсным волокном, можно достичь при введении суперпластифицирующей добавки на поликарбонатной или акриловой основе.

Вывод. Введение в состав декоративного бетона тонкодисперсных и волокнистых наполнителей минерального происхождения совместно с высокоэффективной пластифицирующей добавкой позволит получить материал для изготовления фасадных элементов характеризующийся высокими эксплуатационными и декоративными характеристиками.

1. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов / И.А. Рыбьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 701с.
2. Львович В.С. Песчаный бетон и его применение в строительстве. – СПб: Строй-Бетон, 2007. – 320с.
3. Химические и минеральные добавки в бетон – Под ред. А.В. Ушерова-Маршака. – Харьков: Колорит, 2005. – 280с.
4. Селяев В.П. Пластическая прочность наполненных цементных систем / В.П. Селяев, Л.И. Куприяшкина, Г.Р. Нугаева // Известия вузов. Строительство, 2009, №7. – С. 11-15.
5. Юай Юань, Ван Лин, ТяньПе. Высококачественный цементный бетон с улучшенными свойствами. – Москва: Изд-во АСВ, 2014. – 418с.
6. Морозов Н.М. Влияние компонентов песчаного бетона на воздухововлечение при его приготовлении / Н.М. Морозов, И.В. Боровских, В.Г. Хозин и др. // Известия КазГАСУ, 2006, №3 (17). – С. 129-133.
7. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. – М.: КГАСУ, Изд-во: «Палеотип, 2006. – 244с.
8. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 500с.

СОДЕРЖАНИЕ

Можливості спеціальних покриттів в сучасному будівництві <i>Бачинський В.В.</i>	3
Динамические модели организации структуры минеральных вяжущих <i>Выровой В.Н., Коробко О.А., Суханов В.Г., Виноградский В.М.</i>	9
Роль полимерных суперабсорбентов в регулировании термокинетическими показателями твердеющих ремонтных композиций <i>Гедулян С.И., Савченко С.В.</i>	13
Исследование влияния концентрации углеродных нанотрубок на механизм структурообразования гипсовых вяжущих <i>Дервянко В.Н., Гришко А.Н., Мороз В.Ю.</i>	18
Структура и свойства магнезиального камня полученного при различных температурах обжига <i>Дервянко В.Н., Гришко А.Н., Чушкина И.В.</i>	23
Предпланирование эксперимента для исследования свойств песчаного бетона <i>Довгань А.Д., Довгань П.М., Ляшенко Т.В.</i>	26
Моделирование локальной анизотропии поровой структуры композитного материала <i>Довгань И.В., Колесников А.В., Семенова С.В., Дмитренко М.П.</i>	30
Вплив захисного покриття на тріщиностійкість бетонів під впливом високих температур <i>Дума В.О., Турба Ю.В., Позняк О.Р.</i>	34
Угловые распределения локальных тепловых потоков и их корреляция с эффективной теплопроводностью в двухфазных композитах <i>Загинайло И.В., Писаренко А.Н., Максименюк Я.А.</i>	37
Экспериментально-статистическое моделирование влияния рецептуры гипсосодержащего композита на его пористую структуру <i>Керш В.Я., Колесников А.В., Хлыцов Н.В.</i>	42

Наукове видання

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИТИВ**

Матеріали міжнародного науково-технічного семінару

Одеса, 16-17 листопада 2017 року

(російською, українською та англійською мовами)

Відповідальні за випуск:

Антонюк Н. Р., Довгань О. Д.

Підписано до друку 09.11.2017 р. Формат 60×84/16

Ум.-друк. арк. 6,45. Зам. №17-81

Наклад 300 прим. Друк-різографія.

Надруковано з готового оригінал-макету
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА
Свідоцтво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.
65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.
тел.: (048) 729-85-34, e-mail: rio@ogasa.org.ua