посвящается 85-летию
Виталия Анатольевича Вознесенского

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Материалы международного семинара
Одесса, 21-22 ноября 2019

MODELLING AND OPTIMIZATION OF BUILDING COMPOSITES

Proceedings of International Seminar
Odessa, November 21-22, 2019

commemorating the 85th
anniversary of the birth of Vitaly Voznesensky

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ

Матеріали міжнародного семінару
Одеса, 21-22 листопада 2019

присвячується 85-річчю
Віталія Анатолійовича Вознесенського

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Технический университет Молдовы

посвящается 85-летию
Виталия Анатольевича Вознесенского

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Материалы международного семинара

Одесса, 21-22 ноября 2019

MODELLING AND OPTIMIZATION OF BUILDING COMPOSITES

Proceedings of International Seminar

Odessa, November 21-22, 2019

commemorating the 85th
anniversary of the birth of Vitaly Voznesensky

УДК 004.942:691

Рекомендовано до друку Вченою Радою
Одеської державної академії будівництва та архітектури
(протокол №3 від 31 жовтня 2019 р.)

Моделювання та оптимізація будівельних композитів *: мат-ли міжнарод. сем.* Одеса: ОДАБА, 2019. 205 с.

Редакційна колегія: Суханов В.Г., д.т.н., проф.; Хлицов М.В., к.т.н., доц.; Барабаш І.В., д.т.н., проф.; Вировой В.М., д.т.н., проф.; Керш В.Я., к.т.н., проф.; Ляшенко Т.В., д.т.н., проф.; Шинкевич. О.С., д.т.н., проф.; Русу І.В., д.т.н., проф.

Відповідальна за випуск: Антонюк Н.Р., к.т.н., доц.

Міжнародний семінар з моделювання та оптимізації будівельних композитів ***(МОБК)*** 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). Семінар цього року присвячено 85-річчю В.А. Вознесенського. Матеріали ***МОБК*** 2019 р. охоплюють питання застосування експериментально-статистичних та інших моделей в будівельному матеріалознавстві, включаючи елементи комп'ютерного матеріалознавства. Оргкомітет **(patsm@ukr.net)** не завжди поділяє думку авторів.

Международный семинар по моделированию и оптимизации строительных композитов (***МОСК***) 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). Семинар этого года посвящен 85-летию В.А. Вознесенского. Материалы ***МОСК*** 2019 г. охватывают вопросы применения экспериментально-статистических и других моделей в строительном материаловедении, включая элементы компьютерного материаловедения. Оргкомитет **(patsm@ukr.net)** не всегда разделяет мнение авторов.

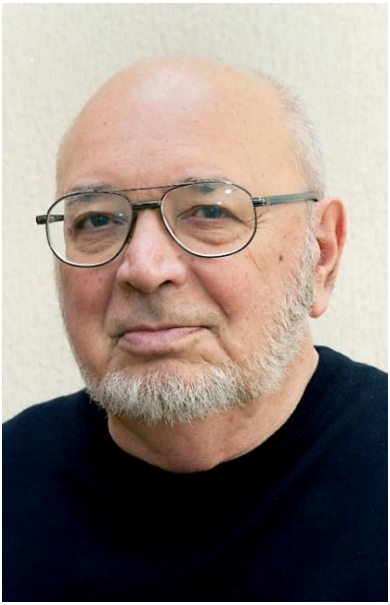
International Seminar *Modelling and Optimization of Building Composites* (*MOBC*) continues the tradition of the Department of Chemical Engineering at Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. The head of the department (and its founder) Professor V.A. Voznesensky (1934-2012), D.Sc., 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 2019 commemorated the 85th anniversary of the birth of Vitaly Voznesensky. The Proceedings of the present seminar cover the issues of using experimental-statistical and other models in building materials science, including the elements of computational materials science. Opinions of Oganizing Commettee may differ from those of the authors.

ISBN 978-617-7195-29-9

© Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2019

ВИТАЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ ВОЗНЕСЕНСКИЙ

к 85-летию



Debes, ergo potes
Должен, значит можешь

Основные научные направления

Армоцемент
Системный подход в технологии строительных материалов
Планирование эксперимента в материаловедении и других областях знаний
Экспериментально-Статистическое Моделирование
Компьютерное материаловедение

Книги и учебники общим тиражом более 54000 экземпляров, более 600 публикаций

Кафедры: Строительные материалы и геология, Технология строительных материалов и конструкций (КПИ им. С. Лазо), Процессы и аппараты в технологии строительных материалов (ОИСИ-ОГАСА).

47 международных семинаров МОК

50 докторов и кандидатов наук, 200 оппонентур и многое другое…

УДК 666.9.017

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ ГИПСОВЫХ СИСТЕМ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Деревянко В.Н., Кондратьева Н.В.[*], Гришко А.Н.[**], Мороз Л.В.[**]
(Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»,
[*]Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет»
[**]Днепровский государственный аграрно-экономический университет)

Abstract. *The authors have found that: (a) structure formation occurs with an increased concentration of solution at a higher rate of heat release; (b) structure formation rate can be modified by changing both surface energy of the crystals and the concentration of solutions by means of surfactants.*

Keywords: *gypsum systems, gypsum binders, hardened structure, hydration, modifiers, surfactants.*

Актуальность темы. Процесс гидратации зависит от многих факторов и одним из них является В/Г отношение, зависящее от удельной поверхности (гранулометрического состава). С увеличением которой изменяется скорость растворения и соответственно степень концентрации раствора. Последняя влияет на образование центров кристаллизации и структуру первоначального каркаса [1-4]. Изменяя поверхностную энергию кристаллов и концентрацию растворов с помощью поверхностно-активных веществ (ПАВ) можно изменять скорость формирования каркаса.

Анализ публикаций. Особенности формирования центров кристаллизации двугидрата $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ состоит в том, что процесс происходит в условиях, когда степень пересыщения раствора быстро меняется [1]. И если в начале он достигает значительной величины, то в конце он приближается к единице. В соответствии с этим рост кристаллов происходит в две стадии. При высокой степени

пересыщения, рост кристаллов проходит в кинетической области, так как образуются двухмерные зародыши (по Фольмеру) [2].

По мере уменьшения степени пересыщения образование двухмерных зародышей становится энергетически не выгодным. И скорость роста кристаллов зависит от диффузии растворимой жидкости.

Развитие структуры твердения при кристаллизации двуводного гипса проходит также в несколько этапов. На первом – формируется каркас кристаллизационной структуры и возникают контакты срастания между кристаллами новой фазы. На втором – рост кристаллов. И третий этап – заполнение объемов и возникновение напряжений [1]. Конец процесса гидратации завершается формированием структуры из соответствующими свойствами.

Цель исследований. Исследование влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) на основные физико-механические свойства гипсовых систем и затвердевшей структуры.

Результаты исследований. Проведенные нами исследования влияния размера частиц на основные свойства гипсовых систем и затвердевшей структуры показали зависимость структуры, степени пресыщения от размеров исходного вяжущего вещества [1, 3-4].

При исследовании использовали обычный гипс строительный Г5-Н-2 и гипс строительный тонкомолотый Г5-Н-3 с удельной поверхностью 4250 $см^2/г$ и соответственно 4650 $см^2/г$. Изменяя соотношение гипс тонкомолотый/гипс обычный изменяли гранулометрический состав (удельную поверхность). Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние гранулометрического состава на физико-механические свойства гипсовых систем

Состав Г5/Г5т	В/Г	Сроки схватывания, мин		Прочность, МПа	
		$Т_н$	$Т_к$	$R_и$	$R_с$
Г5-Н-2	0,57	14-00	20-10	1,47	3,41
Г5-Н-3	0,59	14-05	19-35	1,32	3,25
80%+20%	0,60	14-00	20-00	1,20	3,00
85% + 15%	0,58	14-05	20-10	1,64	3,85
90% + 10%	0,58	15-30	21-50	1,60	3,62
95 % + 5%	0,57	12-30	18-40	1,54	3,81

Можно предположить, что для образования прочного каркаса затвердевшей структуры следует использовать значительное пресыщение раствора или увеличить твердую поверхность.

В соответствии с поставленной целью, программой исследований предусматривалось определение структуры гипсового вяжущего, формирующейся при минимальном влиянии других факторов. Для этого использовано методику встречного выращивания кристаллов на основе растворов $CaCl_2$, Na_2SO_4 та H_2O.

Микроструктура гипсовых образцов, изготовленных без добавок есть волокнистая из значительным количеством пор. Очень хорошо видно, что рост кристаллов происходит по граням (010) с энергией 240 мДж/м^2.

Термодинамика процесса гидратации подтверждает влияние концентрации раствора на процесс гидратации минеральных вяжущих веществ и формирование затвердевшей структуры с определенными свойствами (рис.1).

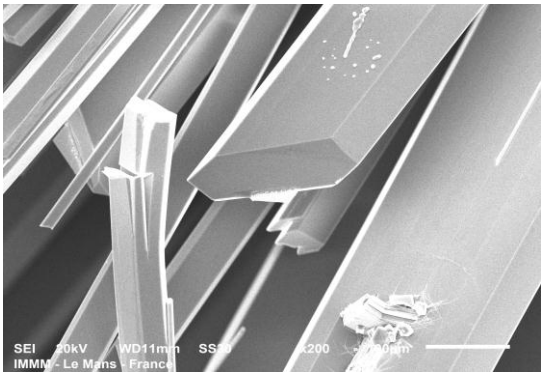


Рис.1. Микрофотография кристаллов, полученных методом встречного выращивания на основе $CaCl_2$, Na_2SO_4, $2H_2O$

Результаты исследований влияния удельной поверхности на термодинамику процесса гидратации приведены в таблице 2.

Термодинамические кривые имеют три характерных участка: период возрастающего тепловыделения – примерно по времени соответствующий времени твердения, второй участок можно отнести к заполнению новообразованиями больших пустот, и третий, соответствует по всей вероятности значительному снижению концентрации раствора и заполнению новообразованиями участков мелких объемов.

Таблица 2

Результаты исследований влияния удельной поверхности на термодинамику процесса гидратации

Время, час	Тепловыделение, mW/g		
	Г5-Н-2	Г5-Н-3	Г5-Н-2 (80%)+ Г5-Н-3 (20%)
0,25	25,00	30,10	28,00
0,50	20,00	16,80	18,75
0,75	10,20	8,56	8,10
1,00	4,80	4,00	4,50
1,25	4.30	3,43	4,05
1,50	2,52	2,10	3,40
1,75	1,54	1,50	2,30
2,00	0,50	0,25	1,20

Выводы. Авторами установлено, что формирование каркаса идет при повышенной концентрации раствора и скорости тепловыделения и изменяя поверхностную энергию кристаллов и концентрацию растворов с помощью ПАВ можно изменять скорость формирования каркаса.

Экспериментально подтверждено, что применение тонкомолотого гипса ускоряет процесс гидратации, но введение значительного количества тонкомолотой добавки в состав строительного гипса ведет к снижению скорости гидратации. При этом формирование новообразований после образования каркаса в замкнутом пространстве ведет к повышению внутренних напряжений и снижению прочности затвердевшей структуры.

1. Маева И.С. Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными добавками / И. С. Маева, Г. И. Яковлев, Г. Н. Первушин, А. Ф. Бурьянов, А. П. Пустовгар // Строительные материалы. – Москва. – 2009. – №6. – С. 4-5.

2. Белов, В.В. Современные эффективные гипсовые вяжущие, материалы и изделия [Текст]: научно-справочное издание / В.В. Белов, А.Ф. Бурьянов, В.Б. Петропавловская; под общ. ред. А.Ф. Бурьянова. –Тверь: ТГТУ, 2007. – 132 с.

3. Fischer H.-B., Schlenkina S.S., Garkawi M.S. Forschung des Prozesses der Alterung der Gipsbinder / H.-B. Fischer, S. S. Schlenkina, M. S. Garkawi. – Baumaterialen und Erzeugnisse. Magnitogorsk, 2000. – P. 43-50.

4. Фишер Х.-Б. Исследование процесса стабилизации свойств гипсовых вяжущих // Х.-Б. Фишер, П.В. Кривенко, М.А. Саницкий // Строительные материалы и изделия. – 2013. – № 1. – С. 3-6.

УДК 666.91

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ГІПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ОСНОВІ

[1]Дерев'янко В.М., [2]Мороз Л.В., [1]Мороз В.Ю.
([1]ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
[2]Дніпровський державний аграрно-економічний університет)

Abstract. *The article deals with the issues of structure formation of gypsum binders. The article focuses on the processes of crystal formation, the growth of crystals and the resulting stresses.*
Keywords: *gypsum binder, crystals, stress, structure, strength.*

Актуальність. Серед критеріїв оцінювання в'яжучих речовин є властивості, які визначають ефективність їх застосування. В наслідок процесів гідратації, тужавлення та в деяких випадках обробки утворюється певна структура композита, що отриманий на основі в'яжучого. Логічна схема цього процесу для композитів може бути представлена у вигляді: «початкові матеріали – склад – структура». Саме тому метою наукових досліджень при виробництві мінеральних в'яжучих речовин найчастіше є отримання композицій з певними властивостями. Одним із напрямків досліджень є дослідження впливу поверхнево активних речовин (ПАР) на основні властивості в'яжучого. Існує багато робіт, що ілюструють вплив різновиду ПАР на основні властивості та формування структури матеріалу, однак механізм процесу гідратації залишається недостатньо вивченим, особливо в частині дослідження поверхневої енергії кристалів, яка впливає на їх морфологію.

Мета досліджень. Дослідження процесів структуроутворення гіпсових в'яжучих з метою прогнозування та покращення властивостей матеріалів на їх основі.

Основний матеріал. В зв'язку з тим що технологічний процес виробництва є багатостадійним, відповідно збільшується кількість критеріїв, а саме технологічних, котрі забезпечують формування необхідної структури.

Великий вклад у розвиток теорії твердіння та процесів гідратації, а також структуроутворення гіпсових в'яжучих внесли Ребіндер П.А.,

Сегалова Е.Е., Полак А.Ф., Виродов И.П., Ратінов В.Б., Будников П.П., Пащенко А.А., Бабушкін В.И., Ушеров-Маршак А.В., Мчедлов-Петросян О.П., Рунова Р.Ф., Кривенко П.В. та інші.

Процеси твердіння гіпсових в'яжучих вивчались і пізніше багатьма вченими. Найбільше вони схиляються до змішаної схеми гідратації гіпсових в'яжучих, що поєднує теорію Ле-Шательє (з розчиненням частини речовини у воді та його гідратацією з наступним переходом в осад гідрату) та теорію В Міхаеліса і А.А. Байкова (з прямим приєднанням води до твердої фази). При цьому пряме приєднання води тим частіше, чим більш реакційноздатніша речовина при взаємодії з водою, чим більша зовнішня та внутрішня поверхня його частинок, чим менше води в суміші з в'яжучим та чим вища температура суміші. Такі припущення можна знайти в роботах П.Ф. Ринді, М.А. Сорочкина, А.Ф. Щурова, В Кронерта та П Хауберта [1-6].

Також П. П. Будніков, П. А. Ребіндер, Е. Е. Сегалова та інші вважають, що утворення структури твердnучого гіпсового в'яжучого можна описати двома етапами. На першому етапі формується каркас кристалізаційний з виникненням контактів зростання, а на другому етапі відбувається обростання існуючого каркасу за рахунок росту його складових. Формування міцності такої системи відбувається за рахунок міцності структури та впливу розтягуючи напружень, що виникають в процесі росту кристалів. Швидкість розчинення в'яжучого впливає на ступінь перенасичення розчину у рідкій фазі, що в свою чергу формує кінцеву міцність системи. Зменшення напружень можливе за умови виникнення нових зародків кристалів та контактів між ними, але напруження зростають в процесі росту кристалів [1-6].

В.П. Балдін [7] вважає, що наявність різного роду дефектів структури впливає на енергетичну неоднорідність частинок в'яжучого. В цьому випадку кисневі групи є активними центрами з ненасиченими валентними зв'язками. Це додає реакційної здатності матеріалу. Автори [5] зазначають, що термодинамічним аналізом доведено, що на гідрофільній поверхні молекули води адсорбуються локалізовано, відповідно і центри кристалізації дігідрату виникають локально. Перехід напівгідрату в двогідрат відбувається в області капілярної конденсації при відносній вологості більше 80%.

Гідратація напівгідрату кальцію це екзотермічна реакції внаслідок якої виділяється близько 133 кДж на 1 кг в'яжучого. При цьому температура тужавіючої суміші залежить від якості в'яжучого (наявності домішок, умов отримання, тонини помелу тощо). Збільшення температури можна вважати порівняно невеликим так як температура суміші не перевищує 40-50 ^{0}С. Кристали дігідрату, що

утворюються внаслідок гідратації напівгідрату сульфату кальцію, переплетені один з одним, частково зрощені та створюють первинний кристалізаційний каркас [8].

Актуальність досліджень, що спрямовані на розширення сфери застосування гіпсових в'яжучих за рахунок регулювання структури різноманітними добавками не викликає сумніву. Та наявність надлишкової води, що попадає до суміші в процесі гідратації, та утворює прошарки води між шарами твердначої речовини на кристалічному рівні, призводить до формування порової структури затверділого каменю. Існує думка, що при проникненні молекул води до міжкристалічних порожнин виникають розклинюючі напруження. При цьому велика розчинність гіпсу у поєднанні з такими напруженнями і призводить до зниження міцності та як наслідок малої водостійкості гіпсових в'яжучих [5].

Досліджуючи форму кристалів утворених розчином $CaCl_2+Na_2SO_4+2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O+2NaCl$ можна відмітити, що формування кристалів відбувається на поверхні розділу розчинів хлориду кальцію та сульфату натрію. Кристали двуводного сульфату кальцію у відповідності до проведеного рентгеноструктурного аналізу мають піки інтенсивності 3,065; 3,799; 4,283 и 7,63A^0, що відповідають фазі $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Кожний кристал має вигляд тонких ниток, які формують просторову структуру (рис. 1), яка складається з трьох шарів [8]. Нижній відносно щільний, середній у вигляді вертикальних кристалів з максимальною висотою 25-30 мм і верхній щіткоподібної форми (рис. 1). Це вказує на те, що процес формоутворення залежить від концентрації початкових компонентів і проходить в три стадії; швидкість яких впливає на формування структури.

При вирощуванні кристалів гіпсу з насичених розчинів $CaCl_2$ Na_2SO_4 без пластифікатору кристали виростали однорідними, тонкими, голкоподібними довжиною до 5 мм. Дуже добре видно, що ріст кристалів відбувається по гранях (010) з енергією 240 мДж/ $м^2$ (рис. 2).

Однак кристали розташовані паралельно та між ними є незаповнені пустоти, що напевно не сприяють високій міцності структури.

Найбільша кінцева міцність обумовлюється виникненням кристалів новоутворень достатньої величини при мінімальних напругах, які супроводжують формування і розвиток кристалізаційної структури [9]. Тому підвищення міцних показників гіпсу можливо за рахунок зниження або повного усунення внутрішніх напружень, які виникають в процесі твердіння гіпсу. Зняття внутрішніх напружень можливо досягти шляхом контрольованого росту кристалів в заданому напрямку.

Рис. 1. Вирощування кристалів гіпсу методом зустрічної дифузії

Рис. 2. Мікрофотографії кристалів одержаних методом зустрічного вирощування на основі $CaCl_2$, Na_2SO_4, $2H_2O$

Висновок. Планування досліджень з усунення або зниження внутрішніх напружень в процесі твердіння гіпсу і підвищенню водостійкості можуть включати наступні етапи:

1. Визначити, як розташовується двуводний гіпс в об’ємі виробу, де його концентрація вище і з чим це пов'язано.
2. Виявити зміни внутрішньої напруги при введенні добавок в матрицю гіпсового в'яжучого.
3. Застосувати добавки пластифікатори для зниження водопотребности гіпсового в'яжучого, з метою отримання більш щільної структури гіпсу, що в свою чергу дозволить підвищити водостійкість гіпсу.
4. Вирощування кристалів з введенням різних добавок, з метою навчитися впливати на напрямок росту кристалів і на їх форму.

1. Изменение структуры и свойств гипсовых вяжущих, модифицированных нанотрубками / В.Н. Деревянко, А.Г. Чумак, Т.В. Мартыненко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2013. – Вип. 26. – С. 130-137.

2. Вплив модифікаторів на морфологію кристалів та властивості гіпсових в'яжучих / М. А. Саницький, Р. А. Солтисік, Х.-Б. Фішер // [Електронний ресурс] / Режим доступу до статті http://ena.lp.edu.ua

3. Композиционные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и морозостойкости / М. Ю. Дребезгова, Н. В. Чернышева, С. В. Шаталова // Материалы IX международной научно-практической конференции «Повышение энергоэффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий. – Минск. – 2018. – С. 80-85.

4. Коровяков В. Ф. Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве / В. Ф. Коровяков // Росийский химический журнал, 2003. т. XLVII. – №4. – С. 18-25.

5. Различия в формировании структуры гипсового вяжущего, модифицированного углеродными нанотрубками и известью / А. Ф. Гордина, Ю.В. Токарев, Г.И. Яковлев, Я. Керене, Э. Спудулис // Строительные материалы. – 2013. – №2. – С. 34-37.

6. Наноструктурные аспекты гидратации и твердения гипсовых и гипсошлаковых композиций на основе двуводного гипса / А. Р. Гаитова, И. И Ахмадулина, Т. В. Печенкина, А. Н. Пудовкин, И. В. Недосеко // Строительные материалы, 2014. – С. 46 -51.

7. Балдин В. П. Современные виды эффективных гипсовых изделий и способы их производства / В. П. Балдин // Уч. Пособие. М.: изд. ВНИИЭСМ. – 1990. – 142 с.

8. Химическая технология вяжущих материалов / В. Н. Смиренская, С.А. Антипина, С.Н. Соколов // Издательство томского политехнического университета. – Томск, 2009. – 200 с.

9. Большаков В.И., Дворкин Л.И. / Строительное материаловедение // Днепропетровск РВА «Дніпро-VAL». – 2004. – С. 182.

ЗМІСТ

Агаева О.А., Карпюк В.М.
Моделирование надежности и несущей способности пролетных предварительно напряженных железобетонных конструкций мостов……. 4

Адегов О.В., Бордун М.В., Сопільняк А.М., Шляхов К.В.
Індивідуальний житловий будинок з інтегрованою енергоефективною спорудою (вегетарієм)……... 7

Афанасьев Б.А., Керш В.Я., Хлыцов Н.В.
Оптимизация теплозащитных свойств ограждающих конструкций……. 10

Выровой В.Н., Коробко О.А., Суханов В.Г., Казмирчук Н.В., Елькин А.В.
Модели многоочагового структурообразования композиционных материалов……... 14

Гара Ан.А., Гара А.А.
Свойства защитных эпоксидных полимеррастворов, контактирующих с водой и нефтепродуктами……. 17

Гоголь М.М., Котів М.В., Кіракевич І.І.
Структуроутворення цементних композитів з фотокаталітичними властивостями……. 23

Гузій С.Г., Гузій О.І.
Дослідження впливу модифікуючих добавок на фізико-механічні властивості алюмосилікатних адгезивів для склеювання деревини……... 26

Деревянко В.Н., Кондратьева Н.В., Гришко А.Н., Мороз Л.В.
Особенности процессов гидратации гипсовых систем, модифицированных поверхностно-активными веществами…….. 31

Дерев'янко В.М., Мороз Л.В., Мороз В.Ю.
Структура та властивості гіпсових в'яжучих речовин та матеріалів на їх основі……. 35

Джусупова М.А., Кульшикова С.Т.
Облегченные мелкозернистые бетоны из топливных отходов Бишкекской ТЭЦ… ……. 40

Довгань О.Д., Вировой В.М., Довгань П.М., Хлицов М.В.
Карбонізаційна стійкість декоративних композитів…….. 45

Загинайло И.В., Писаренко А.Н., Максименюк Я.А., Крук М.А.
Моделирование локальных тепловых потоков и эффективной теплопроводности в композитах с теплопроводящими наполнителями…… 51

Закорчемний Ю.О., Нагорнюк Н.П.
Аналіз та вплив атмосферних кліматичних умов на структуру матеріалів будівельних конструкцій в холодний період часу…… 56

Керш В.Я., Колесников А.В., Щербина В.С.
Геометрический анализ моделей структурообразования гипсовых композитов……. 61

Кесарийский А.Г., Кондращенко В.И., Гусева А.Ю., Чан Тхи Монг Тху
Исследование методами лазерной интерферометрии влагопереноса в строительных материалах…….. 65

Колесников А.В., Семенова С.В., Кириленко Г.А.
Кинетические уравнения процессов потери прочности и разрушения композиционных материалов……... 72

Колохов В.В.
Моделювання роботи конструкції як шлях для підвищення точності визначення властивостей бетону неруйнівними методами у конструкціях що експлуатуються……. 76

Кондращенко В.И., Мурадян К.О.
Подход к оценке внутренних напряжений композиционных материалов методом конечных элементов……... 79

Коробко О.А., Выровой В.Н., Закорчемный Ю.О., Уразманова Н.Ф., Кшнякин В.С.
Многоочаговая организация структуры бетона……... 84

Кровяков С.О., Дудник Л.В.
Властивості керамзитобетонів з різними видами пористих пісків 87

Кропивницька Т.П.
Оптимізація складу наномодифікованих швидкотверднучих клінкер-ефективних бетонів на основі портландцементу композиційного……... 91

Линник Д.С., Шинкевич Е.С.
Арболитобетон на композиционном гипсовом вяжущем……... 94

Ляшенко Т.В.
Экспериментально-статистические модели: несколько nota bene 97

Мартинов В.І., Вєтох О.М., Макарова С.С., Казмірчук Н.В.
Моделювання механізмів організації структури ніздрюватих бетонів…….. 103

Марченко М.В., Мосічева І.І., Чалак Я.І., Кальчев І.К., Лихва М.В., Сасі О.В., Костиляну Д.В.
Моделювання опору грунтової основи як взаємодії композитної системи «матеріал-середовище»…… 106

Марченко М.В., Мосічева І.І., Чалак Я.І., Лихва М.В., Кальчев І.К., Сасі О.В.
Критерій поперечної трансформації грунтової моделі «несучий стовп»……... 110

Митинський В.М., Лапіна О.І.
Моделювання властивостей грунтоцементних композитів…… 115

Мішутін А.В., Кінтя Л., Кровяков С.О.
Вплив складу бетону жорсткого дорожнього покриття на його ранню міцність……... 118

Муляр И.Д.
Применение полимерных композитов для защитно-декоративных покрытий железобетонных конструкцій……... 121

Непомящий А.Н., Выровой В.Н., Хоменко А.А., Макарова С.В.
Воздействие условий замораживания на свойства композиционных строительных материалов…… 126

Низина Т.А., Володин В.В., Балыков А.С., Коровкин Д.И., Карабанов М.О.
Оптимизация составов цементных композитов, модифицированных термоактивированными глинами*…… 130

Парута В.А., Лавренюк Л.И., Гнып О.П., Романюта Е.В.
Моделирование разрушения системы «кладка-штукатурное покрытие»…… 135

Пичугин А.П., Батин М.О., Митина Л.А., Дзю И.М.
Моделирование процесса модифицирования древесины для полов животноводческих помещений……... 140

Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Смирнова О.Е., Шаталов А.А.
Моделирование защиты бетона причальных сооружений полимерсиликатными композициями с добавками……. 144

Пичугин А.П., Язиков И.К., Чесноков Р.А., Бобыльская В.А.
Разработка модели формирования укрепленной структуры цементогрунта с добавками……... 147

Пліт О.Д., Заволока М.В., Шинкевич О.С., Руссу І.В., Назаренко П.В.
Геліотехнологія в прискоренні твердіння бетону…… 152

Рубцова Ю.О.
Вплив добавки полікарбоксилата та поліпропіленової фібри на водопотребу та в/ц рівнорухливих бетонних сумішей…… 155

Саницький М.А., Іващишин Г.С., Русин Б.Г.
Оптимізація складу багатокомпонентних цементів з високим вмістом цементозаміщуючих мінеральних добавок…… 159

Сопільняк А.М., Шляхов К.В., Ярова Т.П., Середа С.Ю.
Збільшення приведеного опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій…….. 162

Сторожук Н.А., Павленко Т.М., Аббасова А.Р.
Дорожные бетоны на мелких песках……. 165

Сторчай Н.С., Савин Ю.Л., Сторчай Е.В.
Стеновая керамика на основе комплексно активированных сырьевых смесей……. 170

Тертычный А.А., Шинкевич Е.С.
Анализ структуры и свойств модифицированных растворов с применением экспериментально-статистического моделирования 175

Trofimova L.E.
The analyses of disperse structures formation processes in the case of shear deformation…….. 180

Ушеров-Маршак А.В., Сопов В.П., Кабусь А.В.
Калориметрия – инструмент информационной технологии бетона……... 183

Шинкевич О.С., Гара О.А., Луцкін Є.С., Гара Ан.О.
Презентація навчального посібника «Виконання магістерських науково-дослідних робіт з використанням експериментально-статистичного моделювання»…… 188

Шинкевич Е.С., Гришин С.И.
Разработка OLAP-системы для хранения, анализа и визуализации результатов ЕС-моделирования……. 191

Шпирько Н.В., Бондаренко С.В., Бондаренко А.С.
Получение вяжущего из отходов углеобогащения и отсева доломита с учётом коэффициента теплового энергопотенциала... 195

Список семинаров МОК и материалов к семинарам 200

Наукове видання

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ

Матеріали міжнародного семінару

Одеса, 21-22 листопада 2019 р.

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальна за випуск *Антонюк Н.Р.*

Підписано до друку 14.11.2019 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 11,92.
Наклад 300 прим. Зам. №18-38Е

Видавець і виготовлювач:
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Свідоцтво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.
тел. (048) 729-85-34, e-mail: rio@ogasa.org.ua

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА