

Досліджено вплив на міцність при стисненні, міцність при вигині, водостійкість, щільність КГВ високоактивного метакаоліну і мікрокремнезема та проведено порівняльний аналіз впливу цих добавок на властивості КГВ. Виконано експеримент по підборі та оптимізації складу органічного заповнювача для арболітобетона методами математичного моделювання за показниками міцності та середньої щільності, з урахуванням складу композиційного гіпсового в'язучого, фракційного складу костриці і співвідношення компонентів в системі «в'язуче-костриця».

Ключові слова: екобудівництво, екоматеріал, енергозбереження, органічний заповнювач, багаття, арболітобетон, математична модель, оптимізація, фракційний склад.

Shinkevich E., Linnik D., Yusypchuk V., Zaka-bluk S. SELECTION OF THE COMPOSITION OF THE ARBOLIT CONCRETE ACCORDING

TO THE EXPERIMENTAL STATISTICAL MODELS. The article presents the results of the selection of optimal compositions of arbolitic concretes on a composite gypsum binder. Influence on compressive strength, bending strength, water resistance, density of high-active metakaolin and microsilica was investigated and a comparative analysis of the effect of these additives on the properties of was carried out. An experiment was performed to select and optimize the composition of the organic aggregate for arbolitic concrete using mathematical modeling methods for strength and average density indicators, taking into account the composition of the composite gypsum binder, the fractional composition of the bonfire, and the ratio of components in the "binder-fire" system.

Key words: green building, eco-material, energy saving, organic filler, bonfire, arbolit concrete, mathematical model, optimization, fractional composition.

УДК 691.3: 691.33

Шинкевич О.С., Тертичний А.А., Закаблук С.С.

Одеська державна академія будівництва і архітектури

(вул. Дідріхсона, 4, Одеса, 65000, Україна; e-mail: elena_shinkevich@ukr.net, af.feihu89@gmail.com)

Миرونенко І.Н.

Одеський національний морський університет

(вул. Мечникова, 34, Одеса, 65000, Україна)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ВЛАСТИВОСТЕЙ АКТИВОВАНИХ І НЕАКТИВОВАНИХ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ СУМІШЕЙ І БЕТОНІВ

Метою даного дослідження є виявлення експериментально-статистичних закономірностей і аналіз локальних залежностей зміни реологічних і фізико-механічних властивостей, а також підвищення ефективності дрібнозернистих бетонів за рахунок активації бетонних сумішей і використання мінеральних наповнювачів аморфно-кристалічної або кристалічної структури різної питомої поверхні, а також неорганічних ультрадисперсних компонентів: метакаоліну, волластоніта і водоредукуючих добавок - суперпластифікатора С-3. Експерименти проводилися з використанням експериментально-статистичного моделювання. Всього було проведено чотири експерименту, побудованих по 24-точковому шестифакторному плану. За результатами експериментів, які відрізнялися видом мінерального наповнювача і способом приготування (активованій і неактивованій пісок / активований і неактивованій трепел) отримані шестифакторні ЄС моделі. В якості критеріїв якості аналізувалися реологічні властивості дрібнозернистих сумішей: розшарювання, розчинювдділення, і фізико-механічні властивості бетонів: щільність, міцність на стиск і розтяг при згині, тріщиностійкість, адгезія до основи, теплопровідність.

Запропоновані ЄС закономірності, що описують спільний вплив добавок - модифікаторів, питомої поверхні пористого або щільного наповнювача на властивості сумішей і розчинів в умовах активації і в умовах традиційного приготування. За отриманими діаграмами встановлені загальні і приватні тенденції зміни властивостей. Загальні і локальні тенденції для всіх досліджуваних сумішей різні. В роботі показано, що за рахунок спільної активації всіх компонентів суміші із застосуванням водоредукуючих добавок що властивості можуть змінюватися в широких межах.

Ключові слова: експериментально-статистичне моделювання, активація, питома поверхня, дрібнозернисті суміші і бетони, мінеральні наповнювачі, неорганічні ультрадисперсні компоненти.

Вступ. Механохімія і механоактивація є предметом численних фундаментальних досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [1-6]. Процеси тонкого і надтонкого подрібнення завжди супроводжуються збільшенням запасу внутрішньої і поверхневої вільної енергії дискової продукту, яка з успіхом може бути спрямована на збільшення ефективності технологічних процесів. У пристрої-активаторі за рахунок просторового перерозподілу часток компонентів суміші і диспергуванню частинок формується однорідна макро- і мікроструктура композиту. Структура формується за рахунок роботи обертових лопатей, ковзаник і електромагнітних вібровозбудителів. За рахунок перемішання суміші в різних напрямках однорідність суміші підвищується.

Якісний і кількісний вміст добавок - модифікаторів і наповнювачів в суміші впливає на властивості дрібнозернистих бетонів [7-9]. При переході на інший вид наповнювача, навіть того ж хімічного складу (кварцовий пісок/трепел), оптимальні дозування всіх компонентів, включаючи добавки-модифікатори, а також їх співвідношення необхідно коригувати. При переході на інший вид приготування суміші (традиційний спосіб і активація в змішувачі-активаторі), співвідношення компонентів, включаючи В/Т, вид і вміст добавок - також змінюється. При приготуванні активованих дрібнозернистих сумішей важлива послідовність завантаження,

підбір складу з урахуванням гранулометрії, вид механічного впливу і час приготування.

В результаті реалізації натурних експериментів розраховані шестифакторні експериментально-статистичні моделі [10], що описують зміну реологічних і експлуатаційних властивостей під впливом перерахованих вище компонентів і добавок. Під впливом досліджуваних компонентів властивості сумішей і бетонів можуть змінюватися в широких межах [11-13].

Матеріали і методики досліджень. У якості сировинних вихідних компонентів використовувалися: портландцемент ПЦ-І 500 ДО згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010 виробник ПАТ «Хайдельберг Цемент Україна». У якості дрібного заповнювача використовувався пісок річковий з $M_k = 2.0$. У якості затворителю використовувалася вода водопровідна, відповідна ДСТУ Б В.2.7-23-95. У якості варійованих факторів аналізувалися три залежних і три незалежних фактори. В якості залежних прийнято вміст мінеральних наповнювачів - тонкомолотого трепела або піску, розмелених до питомої поверхні: $S_1 = 300\text{ м}^2/\text{кг}$, $S_2 = 450\text{ м}^2/\text{кг}$, $S_3 = 600\text{ м}^2/\text{кг}$. В якості незалежних факторів прийнято вміст неорганічних ультрадисперсних компонентів: мікроволластоніта (фракції 05-96), високоактивного метакаоліну і вміст водоредуруючої добавки - суперпластифікатора С-3.

Таблиця 1 - Вибір факторів і рівнів їх варіювання

№ п/п	Назва факторів	Позначення факторів	Рівні варіювання			
			Кодування	Натуральні величини	Інтервал варіювання	
Залежні фактори						
1	Питома поверхня мінеральної добавки аморфно-кристалічної структури	S _{уд}	S ₁	V ₁	300 м ² /кг	S _τ =150 м ² /кг
2			S ₂	V ₂	450 м ² /кг	
3			S ₃	V ₃	600 м ² /кг	
Незалежні фактори						
4	Вміст метакаоліну	ВМК	X ₄	X ₁	2-10%	Δ X ₁ = 4%
5	Вміст волластониту	ВЛ	X ₅	X ₂	0 -10%	Δ X ₁ = 5%
6	Вміст С-3	С-3	X ₆	X ₃	0,5-1,5%	Δ X ₁ = 0,5%

Розчиновідділення та розшаровуваність дрібнозернистих сумішей. Зміна показника розчиновідділення визначалося за формулою Дворкіна Л. І. [14]:

$$tg\alpha = (30 - OK) / 0,5D.$$

При значенні $tg\alpha > 0,25$ вважається, що величина розчиновідділення мінімальна і допустима.

Розшаровуваність визначається відповідно до ДСТУ Б В.2.7-239-2010. Не розшаровувемими вважаються бетонні суміші при $P = \Delta V / (\Sigma V) \times 100 < 5\%$.

Теплопровідність дрібнозернистих сумішей. Коефіцієнт теплопровідності розраховували за емпіричною формулою Некрасова λ , Вт/м•К:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,022\rho_{cp}^2} - 0,16$$

де ρ_{cp} - середня щільність випробуваного матеріалу в висушеному стані, г/см³.

Щільність дрібнозернистих сумішей. Щільність суміші визначалася відповідно до ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Щільність бетонного зразка, кг/м³, обчислюють з похибкою до 1 кг/м³ за формулою:

$$\rho_w = \frac{m}{V} 1000$$

де m - маса зразка, г; V - об'єм зразка, см³.

Міцність на стиск і розтяг при згині. Визначення міцності проводилося за методикою згідно ДСТУ Б В.2.6-7-5. «Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на вигин і стиск».

Тріщиностійкість (критичний коефіцієнт інтенсивності напружень). Тріщиностійкість визначається по ГОСТ 29167-91. Тріщиностійкість оцінювалася за показником K_{Ic} з тріщиною, штучно створеної при формуванні. Розрахунковим шляхом визначали значення силових і енергетичних характеристик тріщиностійкості за залежностями.

Результати досліджень. *Розчиновідділення та розшаровуваність дрібнозернистих сумішей.* За розрахованими ЄС моделями побудовані 2-х факторні діаграми зміни розчиновідділення чотирьох видів сумішей: акти-

вованому і неактивованому трепелі і неактивованому і неактивованому піску, приготовані на однаковому для всіх сумішей водотвердому відношенні. З діаграм на рис. 1. видно, що бетонні суміші на трепелі характеризуються високими значеннями $tg\alpha$, який значно вище 0,25 отже, розчиновідділення, які є важливим показником саме для рухливих і литих бетонних сумішей, не спостерігається. Допустиме значення $tg\alpha > 0,25$. Для активованої розчинної суміші, модифікованої трепелом, у всій області факторного простору значення $tg\alpha > 0,25$: змінюється від 0,38 до 1,2. З урахуванням дисперсності розчиновідділення бетонної суміші може бути зменшено до значень $tg\alpha = 0,6-0,7$ (рис. 1).

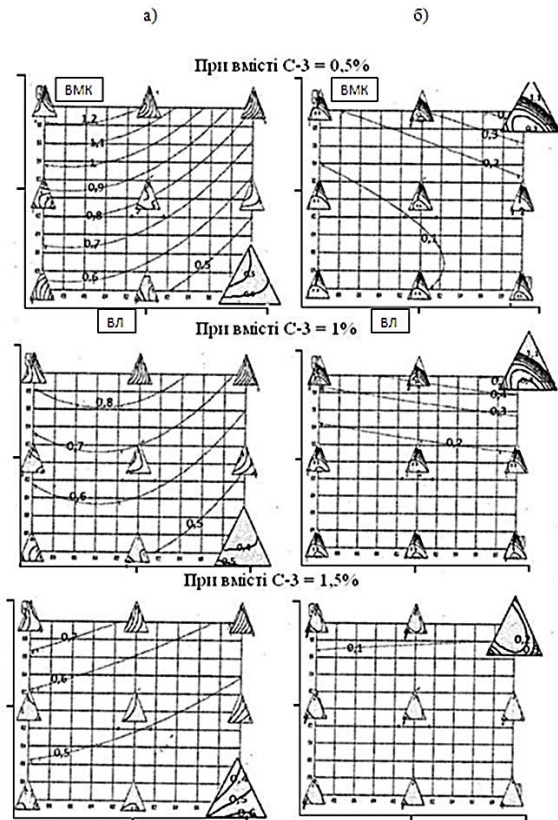


Рис. 1. Вплив добавок ВМК і волластониту на показник розчиновідділення сумішей:
а) активована суміш з трепелом; б) неактивована суміш з піском

Трепел характеризується високою мікро- і нанопористою структурою, його щільність менше щільності кварцового піску

до 1,5 раз. Найдрібніші частинки трепела здатні виконувати роль стабілізаторів бетонних сумішей, а частки середнього розміру здатні не осідати, як це відбувається з меленим піском, а спливати. При утриманні $C-3 = 0,5\%$, $ВМК = 10\%$ і на молотом до $S_{уд}=450\text{м}^2/\text{кг}$, тобто середньої питомої поверхні піску, є область розчинних сумішей, що не розшаровуються, на трепелі (рис. 2). Слід зазначити, що активація суміші в цілому сприяє підвищенню розшаровуваності в порівнянні з такими ж сумішами, але приготованими без активації. Причому, розшаровуваність зі значенням $W > 5\%$ отримана при значеннях $C-3 = 0,5-1\%$, а підвищення вмісту $C-3$ до $1,5\%$ сприяє зменшенню розшарування незалежно від змісту $ВМК$ і питомої поверхні трепела, що може бути пов'язано з високорозвинутою структурою його порового простору. Введення в ці ж склади волластонита в кількості від 5% до 10% (від маси цементу) сприяє підвищенню розшаровуваності. Мабуть, зниження розшарування сприятиме зменшенню вмісту $C-3$ в кількості, менше $0,5\%$. Такий зміст $C-3$ виправдано для неактивованих розчинних сумішей, а для активованих зменшення вмісту $C-3$ обмежена можливостями змішувача-активатора.

З викладеного слідує, що для активованих сумішей як з наповнювачем у вигляді меленого трепелу, так і меленого піску необхідно зниження водотвердого відношення для поліпшення показників розчинувідділення і розшарування.

Теплопровідність дрібнозернистих сумішей. З діаграм на рис. 3. побудованим за СС моделями для активованої бетонної суміші з тонкомолотим піском коефіцієнт теплопровідності змінюється в межах $0,6$ до $1,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$, це значення значно нижче значення теплопровідності звичайних піщаних розчинів, теплопровідність яких $1,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$. На не активованій суміші з тонкомолотим трепелом на діаграмі виділена область з коефіцієнтом теплопровідності менше $0,95 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$. За рахунок впливу добавок $C-3$, $ВМК$ і волластонита на структуру теплопровідність в сере-

днем змінюється від $0,9$ до $1,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$. Подальше зниження теплопровідності забезпечується за рахунок введення наповнювача - тонкомолотого піску. Коефіцієнт теплопровідності знижується з $0,95$ до $0,85 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$.

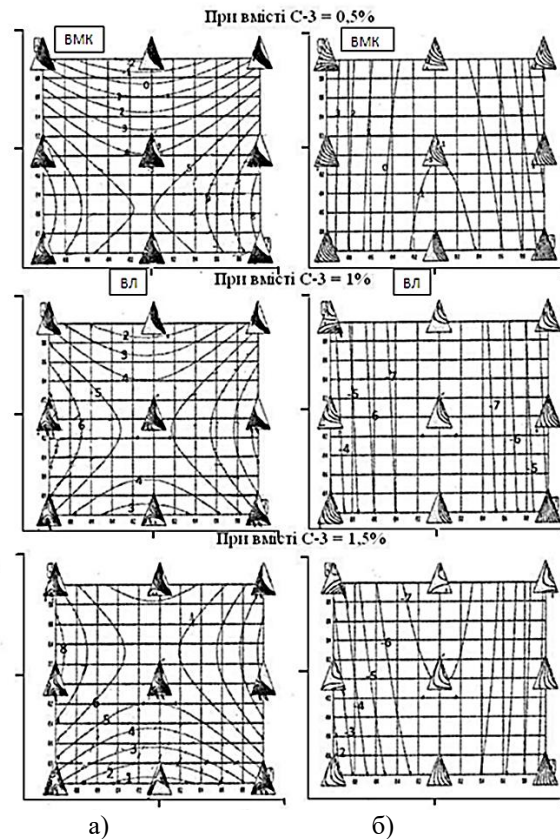


Рис. 2. Вплив добавок $ВМК$ і волластоніту на показник розшаровуваності сумішей
а) активована суміш з трепелом; б) неактивована суміш з піском

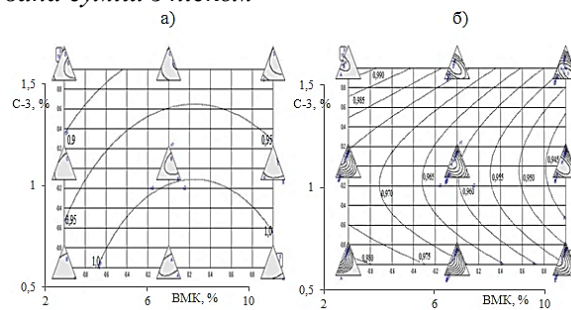


Рис. 3. Спільний вплив добавок $ВМК$ і $C-3$ на показник теплопровідності
а) неактивованої бетонної суміші з піском;
б) активованої бетонної суміші з піском

В цілому за рахунок активації теплопровідність суміші знижується до 10% , що може бути пов'язано з підвищенням вмісту

гелеобразної силікатної фази SiO_2 с аморфною структурою.

Щільність дрібнозернистих сумішей. Вплив добавок волластонита і ВМК на щільність активованої и неактивованої суміші і наведені на рис. 4. Щільність в залежності від вмісту ВМК, С-3 і волластонита змінюється від 1850-2200 $\text{кг}/\text{м}^3$ сумішей на трепелі, від 1900-2250 $\text{кг}/\text{м}^3$ сумішей, модифікованих меленим піском.

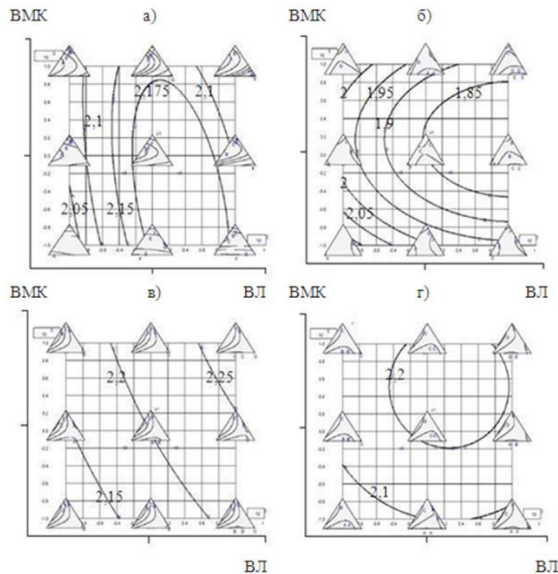


Рис. 4. Вплив добавок ВМК і волластоніту на щільність суміші: а) активована бетонна суміші з тонкомеленим піском; б) активована бетонна суміші з тонкомеленим трепелом; в) неактивована бетонна суміші з тонкомеленим піском; г) неактивована бетонна суміші з тонкомеленим трепелом

Міцність на стиск і розтяг при згині. Як видно з діаграм на рис. 5, побудованим по ЄС-моделям, міцність при стиску та згині під впливом добавок-модифікаторів змінюються в широких межах. Міцність при стиску на активованому трепелі змінюється від 18 до 23 МПа, а на не активованом від 26 до 32 МПа. Міцність при стиску на активованому піску змінюється від 30 до 34 МПа, а на не активованому піску від 28 до 36 МПа. Істотний вплив на міцність при стиску надає дисперсність (питома поверхня) як трепела так і піску.

У розчинах без добавки волластонита максимальні значення по міцності досягаються при вмісті ВМК = 6% і С-3 = 0,5%. $S_{уд} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$, або $S_1 : S_3 = 1:2$.

При введенні в суміш волластонита в кількості 5-10% від маси в'язучого максимальні значення досягаються при вмісті добавок: ВМК=2%, суперпластифікатор С-3 - максимально. У сумішах на трепелі, як активованих так і не активованих максимальні значення міцності при стиску отримані при мінімумі ВМК=2% і при максимумі С-3=1,5%.

Вплив добавок на міцність при згині активованих розчинів з тонкомолотим піском різної питомої поверхні $S_1 = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$, представлена на рис. 6. Загалом, значення міцності при вигині досить високі.

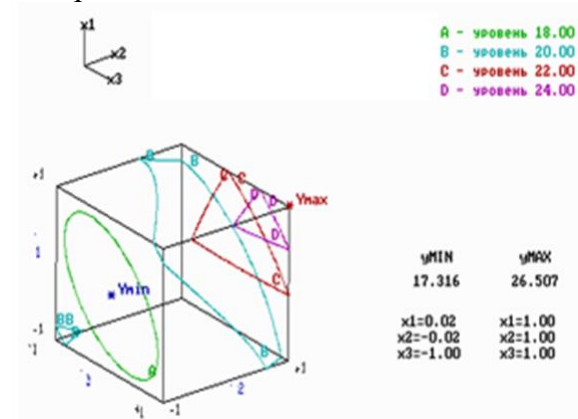


Рис. 5. Міцність на стиск активованої суміші на тонкомеленому піску - $S_1 = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$

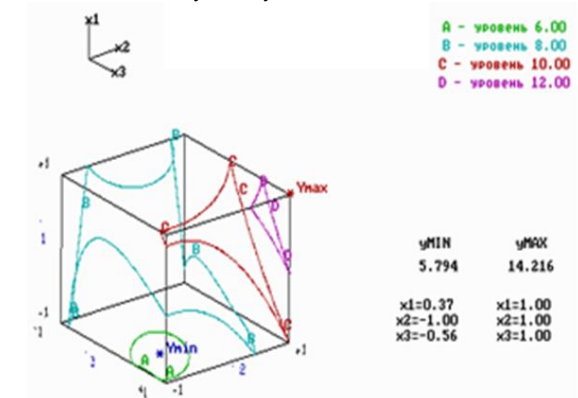


Рис. 6. Міцність при згині активованої суміші на тонкомеленому піску - $S_1 = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$

Слід зазначити, що міцність при вигині активованих сумішей із застосуванням міне-

ральних наповнювачів трепела і піску при однаковому водотвердом відношенні нижче, чим не активованих розчинів, залишаючись при цьому в межах вимог ДСТУ, що також свідчить про необхідність зниження водотвердого відношення. В середньому міцність відрізняється до 2 разів. Для розчинних сумішей з тонкомолотим піском спостерігається зворотна тенденція. Міцність при згині активованих розчинів вище, чим не активованих розчинів з тонкомолотим піском. В цілому значення по міцності відрізняються до 1,5-2,5 раз. Найменше значення міцності на тонкомолотого піску отримані при утриманні С-3 = 0,5%, а максимальні при 1,5%. Для сумішей з тонкомолотим трепелом максимальні значення міцності при вигині отримані при С-3 = 1,5%.

$$R_{\text{min}} = \begin{matrix} 3,166 - 0,225 & -0,083 + 0,072 - 0,072 & -0,056 - 0,037 \\ 3,195 + 0,403 + & 0,067 + 0,213 - 0,060 + & -0,003 + 0,001 \\ 3,307 - 0,067 & 0,016 + 0,065 + 0,074 & 0,080 + 0,051 \end{matrix}$$

(a)

(b)

(c)

Тріщиностійкість (критичний коефіцієнт інтенсивності напружень). Як видно з діаграм на рис. 7, побудованим за ЄС моделями тріщиностійкість під впливом досліджуваних добавок може змінюватися в практично в 2 рази - від 0,5 до 0,95 МПа.

Області максимальних значень коефіцієнта тріщиностійкості на не активованих сумішах виходить при максимальному вмісті ВМК і С-3. ВМК-10%, С-3 - 1.5% і волостонита 10%. Для неактивованих сумішей область максимального значення тріщиностійкості знаходиться при утриманні ВМК - 10% і мінімальною кількістю С-3 - 0,5%, як на сумішах які містять волостонит так і які не містять.

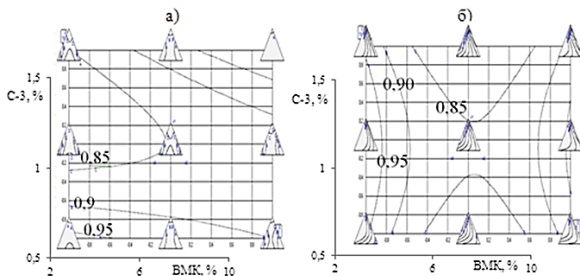


Рис. 7. Спільний вплив добавок модифікаторів ВМК і С-3 на тріщиностійкість активованої бетонної суміші: а) на активованому трепелі; б) на активованому піску

Обговорення результатів. Отримані виробу відповідають необхідному класу міцності по ДСТУ. Для порівняння отриманих результатів наведені приклади результатів інших популярних авторів з даної тематики, враховуючи їх особливості вихідних матеріалів і фактори впливу на проведені експерименти.

По Дворкіну Л.Й. і Дворкіну О.Л. при В/Ц відношенні = 0,43; 0,53; 0,63, змісті ЛСТ = 0,3-0,4% і М_к піску = 2,59 міцність на стиск зразку дрібнозернистого бетону на 28 добу складає 18,5; 30 і 47 МПа, а міцність на вигин складає 6,14; 4,86; 4,04 МПа, в залежності від В/Ц відношення.

По Лушнікової Н.В. при В/Ц відношенні = 0,34; 0,4, змісті метакаооліну 5,10,15% та змісті С-3 = 0; 0,32; 0,46; 0,64; 0,95% і М_к піску = 2,0 міцність на стиск зразку дрібнозернистого бетону на 28 добу складає 55-85 МПа, в залежності від змісту модифікаторів.

Висновки. Запропоновані ЄС закономірності, що описують спільний вплив добавок - модифікаторів, питомої поверхні пористого або щільного наповнювача на властивості сумішей і розчинів в умовах активації і в умовах традиційного приготування.

Велике значення при використанні сировини різного генезису як компонент композиційних в'язучих або мінеральних добавок набувають питання, пов'язані з процесами його механоактивації шляхом тонкого і надтонкого подрібнення. Це обумовлено тим, що в процесі помелу мінеральна сировина переходить в хімічно активний стан, що сприяє наданню композитів спеціальних властивостей і відкриває перспективи розширення сировинної бази при отриманні якісних модифікаторів, композиційних в'язучих і високоякісних виробів на їх основі.

В результаті реалізації натурального експерименту розраховані експериментально-статистичні моделі зміни реологічних і фізико-механічних властивостей чотирьох видів сумішей. По моделях побудовані діаграми зміни властивостей активованих і неактивованих сумішей і бетонів під впливом мінеральних наповнювачів, неорганічних ультрадисперс-

них компонентів: мікроволластоніта і високоактивного метакаоліну і водоредукуючої добавки - суперпластифікатора С-3.

За отриманими діаграмами встановлені загальні і приватні тенденції зміни властивостей. Слід зазначити, що загальні і локальні тенденції для всіх досліджуваних сумішей різні. В роботі показано, що за рахунок спільної активації всіх компонентів суміші із застосуванням водоредукуючих добавок що властивості можуть змінюватися в широких межах.

Встановлено локальні закономірності впливу активації на реологічні властивості розчинних сумішей і розчинів. Показано, що з підвищенням концентрації твердої фази ефект розрідження сумішей зростає; в результаті В/Ц відношення необхідно знизити на 16-20%, що позитивно позначиться на реологічних та фізико-механічних властивостях розчинів і бетонів.

Подяки. Висловлюю подяку Шинкевич Олені Святославої і Ліннику Дмитрію Сергійовичу за технічну допомогу, критику та обговорення результатів досліджень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Активация цементных систем как этап получения качественного бетона, Авторы: Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://m350.ru/articles/more/v/id/93/>
2. Барабаш И.В. Бетоны на механоактивированных минеральных вяжущих. Дисс. д.т.н. 05.23.05. – Одесса, 2004. – 313с.
3. Федосов С.В. Мелкозернистый бетон на механомагнитоактивированной воде с добавкой суперпластификатора / С.В. Федосов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2012. – №5. – С. 120-127.
4. Ерофеев В.Т. Влияние активированной воды затворения на структурообразование цементных паст / В.Т. Ерофеев [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2013. – № 30. – С. 179–183.
5. Кузьмина В. П. Механоактивация цементов / В.П. Кузьмина // Строительные материалы. – 2006. – № 5. – С.7–9.
6. Boldyrew V.V. Mechanochemistry and mechanical activation of solids/ V.V. Boldyrew // Solid State Ionics. – 1993. – Vol. 63–65. – №1–4. – Pp.537–543.
7. Та Минь Хоанг. Мелкозернистый бетон с добавкой метакаолина / Хоанг Та Минь [и др.] // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. - №11. – С.13.
8. Лесовик Р.В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Р.В. Лесовик, И.В. Жерновский // Строительные материалы. – 2008. – №8. – С.78–79.
9. Wild S. Relative strength, pozzolanic activity and cement hydration in superplasticizer metakaolin concrete / S. Wild, J. Khatib and A. Jones // Cement and Concrete Research. – 1996. - №26 (10). – P.1537-1544.
10. Вознесенский В.А. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Я.П. Иванов, И.И. Николов. – Киев: Будивельник, 1989. – 240с.
11. Шинкевич Е.С. Влияние органоминерального комплекса на свойства активированных мелкозернистых бетонов / Е.С. Шинкевич, А.А. Тертычный, А.Б. Тымняк, А.И. Корчажникова // Вестник Одесской государственной строительной академии. – Одесса, 2016. Вып. 62. – С. 194-200.
12. Шинкевич Е.С. Разработка энергоэффективных составов для омоналичивания конструкций / Е.С. Шинкевич, Е.С. Луцкин, А.А. Тертычный // Строительные конструкции: Межведомственный научно-технический сборник научных трудов, 2014. - Вып. 80. – С. 214-217.
13. Шинкевич Е.С. Математические модели влияния наполнителей и добавок-модификаторов на физико-механические свойства мелкозернистых бетонов / Е.С. Шинкевич, А.Б. Тымняк, А.А. Тертычный // Вестник ОГАСА. – Одесса, 2016. Вып. 62. С. 194-200.
14. Дворкин Л.И. Эффективные цементно-зольные бетоны // Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин, Ю.А. – Ровно, 1998. – 196с.

Шинкевич А.С., Тертычный А.А., Закаблук С.С., Мироненко И.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ АКТИВИРОВАННЫХ И НЕАКТИВИРОВАННЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СМЕСЕЙ И БЕТОНОВ. Целью данного исследования является выявление экспериментально-статистических закономерностей и анализ локальных зависимостей изменения реологических и физико-механических свойств, а также повышение эффективности мелкозернистых бетонов за счет активации бетонных смесей и использования минеральных наполнителей аморфно-кристаллической или кристаллической структуры различной удельной поверхности, а также неорганических ультрадисперсных компонентов: метакаолина, воластонита и водоредуцирующей добавки - суперпластификатора С-3. Эксперименты проводились с использованием экспериментально-статистического моделирования. Всего было проведено четыре эксперимента, построенных по 24-точечному шестифакторному плану. По результатам экспериментов, которые отличались видом минерального наполнителя и способом приготовления (активированный и неактивированный песок / активированный и неактивированный трепел) получены шестифакторные ЭС модели. В качестве критериев качества анализировались реологические свойства мелкозернистых смесей: расслаиваемость, раствороотделение, и физико-механические свойства бетонов: плотность, прочность на сжатие и растяжение при изгибе, трещиностойкость, адгезия к основанию, теплопроводность. Предложены ЭС закономерности, описывающие совместное влияние добавок - модификаторов, удельной поверхности пористого или плотного наполнителя на свойства смесей и растворов в условиях активации и в условиях традиционного приготовления. По полученным диаграммам установлены общие и частные тенденции изменения свойств. Общие и локальные тенденции для всех исследуемых смесей различные. В работе показано, что за счет совместной активации всех компонентов смеси с применением водоредуцирующих добавок свойства могут изменяться в широких пределах.

Ключевые слова: экспериментально-статистическое моделирование, активация, удельная поверхность, мелкозернистые смеси и бетоны, неорганические ультрадисперсные компоненты.

Shinkevich O.S., Tertychny A.A., Zakabluk S.S., Mironenko I.N. EXPERIMENTAL AND STATISTICAL EVALUATION OF PROPERTIES OF ACTIVATED AND UNACTIVE DRY-BASED MIXTURES AND CONCRETES.

The purpose of this study is to identify experimental and statistical patterns and to analyze the local dependencies of changes in rheological and physical-mechanical properties, as well as to increase the efficiency of fine-grained concrete by activating concrete mixtures and the use of mineral fillers of an amorphous-crystalline or crystalline structure of a different surface area, as well as inorganic ultrafine components: metacaolin, wollastonite and water-reducing additives - superplasticizer S-3. Experiments were carried out using experimental-statistical simulation. In total, four experiments were conducted, constructed on a 24-point six-factor plan. According to the results of experiments, which differed in the type of mineral filler and the method of preparation (activated and unreacted sand / activated and non-activated trapezium), six-factor EU models were obtained. As the criteria of quality, the rheological properties of fine-grained mixtures were analyzed: disintegration, solution dissolution, and physical and mechanical properties of concrete: density, compressive and tensile strength at bending, crack resistance, adhesion to the base, thermal conductivity. The proposed EU laws that describe the combined effect of additives - modifiers, specific surface of porous or dense filler on the properties of mixtures and solutions under activation conditions and in the conditions of traditional cooking. On the received diagrams general and private tendencies of change of properties are established. General and local trends for all investigated mixtures are different. In the work it is shown that due to joint activation of all components of the mixture with the use of water-reducing additives, the properties can vary widely.

Keywords: experimental-statistical modeling, activation, specific surface, fine-grained mixtures and concretes, inorganic ultradispersed components.