



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32920 (13) U
(51) МПК (2006)
C04B 12/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОДИФІКОВАНА БЕТОННА СУМІШ

1

2

(21) u200714937

(22) 28.12.2007

(46) 10.06.2008, Бюл.№ 11, 2008 р.

(72) ДОРОФЄЄВ ВІТАЛІЙ СТЕПАНОВИЧ, UA, МІ-
ШУТІН АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, КРОВЯ-
КОВ СЕРГІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ГАПОНЕНКО
КАТЕРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА, UA(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИ-
ЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ, UA(57) Модифікована бетонна суміш, що містить
портландцемент, кварцовий пісок, гранітний ще-
бінь, добавки С-3 і Пенетрон А та воду, яка **відрі-****зняється** тим, що додатково містить мелений ква-
рцовий пісок та поліпропіленову фібру Baukon при
наступному ваговому співвідношенні, %:

портландцемент	20-30
кварцовий пісок	20-35
гранітний щебінь	30-40
добавка С-3	0,15-0,25
Пенетрон А	0,2-1,0
мелений кварцовий пісок	1,5-2,5
поліпропіленова фібра Baukon	0,1-0,2
вода	решта.

Корисна модель належить до виробництва бу-
дівельних матеріалів і галузі гідротехнічного, суд-
нобудівного і транспортного будівництва та
призначена для одержання бетону високої
рухомості, міцності, морозостійкості та
водонепроникності при одночасно з тим
підвищеній ударо-, тріщино- і корозійній стійкості
та збільшеній сорптивності бетонної суміші [па-
тент №19814], яка містить портландцемент (20-
35%), кварцовий пісок (20-40%), гранітний щебінь
(30-40%), добавки С-3 (0,2-0,3%) та Пенетрон-А
(0,1-1%) і воду (решта). Ця суміш має декілька
недоліків, а саме незначну ударостійкість, тріщи-
ностійкість та високу стиранисть.

В основу корисної моделі поставлено задачу
створити склад суміші, який усуває перераховані
вище недоліки та має високі показники рухомості,
міцності, морозостійкості та водонепроникності.

Поставлена задача вирішується тим, що мо-
дифікована бетонна суміш містить портландце-
мент, кварцовий пісок, гранітний щебінь, добавки
С-3 і Пенетрон А та воду. Згідно корисної моделі
суміш додатково містить мелений кварцовий пісок
та поліпропіленову фібру Baukon у наступному
ваговому співвідношенні (%):

портландцемент	20-30
кварцовий пісок	20-35
гранітний щебінь	30-40
добавка С-3	0,15-0,25
Пенетрон А	0,2-1,0
мелений кварцовий пісок	1,5-2,5

поліпропіленова фібра Baukon	0,1-0,2
вода	Решта.

Причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими
ознаками та очікуваним результатом. За рахунок
використання в бетонній суміші меленого кварцо-
вого піску та поліпропіленової фібри Baukon мате-
ріал набуває високої ударостійкості, тріщиностій-
кості та знижує стиранисть, при збереженні
високої рухомості, міцності, морозостійкості і во-
донепроникності.

Введення компонентів модифікованої бетонної
суміші здійснюється наступним чином:

До бетономішалки першим подається граніт-
ний щебінь, який складає 30-40% від всієї маси
бетону, потім поліпропіленова фібра Baukon (0,1-
0,2%) і починається змішування компонентів. По-
тім (не раніше чим за 3 хвилини після початку змі-
шування) у бетономішалку подається кварцовий
пісок (20-35%), портландцемент (20-30%) та меле-
ний пісок (1,5-2,5%). Останньої до бетономішалки
подається вода з введеними до неї добавками
Пенетрон А та С-3. Така послідовність забезпечує
однорідність бетонної суміші з поліпропіленовою
фіброю.

Приклади що до складу запропонованої мо-
дифікованої бетонної суміші.

У експерименті вивчалось впливи на власти-
вості важкого бетону наступних факторів складу:

- кількості портландцементу, від 500 до
700кг/м³;

(13) U
(11) 32920
(19) UA

- співвідношення між крупним і дрібним заповнювачем (щебінь/пісок), від 1,6 до 2,2. Даний фактор впливає на «затискання» волокон фібри, і, відповідно, на якість спільної роботи бетонної матриці і фібри;

- кількості меленого до дисперсності $300\text{м}^2/\text{кг}$ піску, від 0 до 8% від маси цементу. Відомо, що наповнювачі роблять суттєвий вплив на якість матриці матеріалу, у тому числі на зчеплення матриці з фіброю.

- дозування поліпропіленової фібри Baucon. Її діаметр 18,7мкм, довжина 12мм.

У всі склади вводилися добавки Пенетрон А (у кількості 2% від маси цементу) і суперпластифікатор С-3 (0,8% від маси цементу). Експеримент проводиться за 18-ти точковим оптимальним планом. Всі суміші мали рівну рухливість осадку конусу (ОК) від 16 до 18см, тобто водопотреба і, відповідно, водоцементне відношення (В/Ц) залежали від складу.

За результатами визначення водопотреби була побудована експериментально-статистична модель (ЕС-модель) впливу факторів складу на В/Ц суміші рівної високої рухомості. По даній моделі були побудовані показані на Фіг.1. однофакторні діаграми, які проходять через точки максимального та мінімального В/Ц та відображають вплив на цей показник кількості цементу, Щ/П, кількості меленого піску та фібри.

Аналіз показаних на Фіг.1 діаграм дозволяє сказати, що найбільш суттєво на В/Ц модифікованих сумішей рівної рухомості впливають кількість цементу і полімерної фібри. Зміна Щ/П практично не позначається на величині В/Ц в зоні мінімумів (склади без фібри) і підвищує водопотребу в зоні максимуму. Це пояснюється тим, що за наявності в сумішах фібри створювана нею сітка в перешкоджає переміщенню в суміші під власною вагою крупного заповнювача (щебеня). Введення меленого піску в більшість випадків вимагає підвищення В/Ц суміші, проте при максимальному дозуванні фібри може навіть дещо знижувати водопотребу завдяки покращанню рухомості суміші за рахунок додаткового розсунення зерен щебеня.

Досліджувалися міцності при стиску і розтягуванні при згині бетону в сухому та водонасиченому станах. По відповідним ЕС-моделях були побудовані діаграми у вигляді кубів. На Фіг.2 показана діаграма, яка відображає вплив Щ/П, кількості меленого піску і фібри на міцності при стиску у сухому стані (МПа). На Фіг.3 – діаграма, яка відображає вплив Щ/П, кількості меленого піску і фібри на міцності на розтягування при згині і у сухому стані (МПа). При побудові діаграм кількість цементу фіксувалася на рівні $600\text{кг}/\text{м}^3$, оскільки цей фактор робить передбачений вплив на міцність композиту.

З діаграм видно, що введення меленого кварцового піску (наповнювача) позитивно позначається на міцності бетону. За рахунок введення 6-8% наповнювача величина міцності при стиску збільшується на 10-15МПа (Фіг.2).

Також слід відмітити відзначити, що наповнювач показує майже рівну ефективність в складах як з фіброю, так і без фібри або з малим її вмістом. При вживанні меленого кварцового піску також

підвищується і міцність на розтягування при згині (Фіг.3), в середньому на 1МПа.

Введення волокон фібри Baucon підвищує міцність на розтягування при згині на 7-27%. Значно більш ефективною дана фібра є для складів з низьким Щ/П. Це можна пояснити кращим розподілом і затисканням волокон в таких композитах. При введенні до 0,6-0,7кг Baucon на м^3 бетону також спостерігається деяке зростання міцності при стиску, при цьому в марочному віці вона досягає 100МПа.

На Фіг.4 показана діаграма, яка відображає вплив Щ/П, кількості меленого піску і фібри на міцності при стиску у водонасиченому стані (МПа). На Фіг.5 - діаграма, яка відображає вплив цих же факторів на міцності на розтягування при згині і у водонасиченому стані (МПа). При побудові діаграм кількість цементу аналогічно Фіг.2 і Фіг.3 фіксувалася на рівні $600\text{кг}/\text{м}^3$.

Аналіз показаних на Фіг.4 і Фіг. 5 діаграм дозволяє зробити висновок, що вплив факторів складу на роботу бетону у водонасиченому стані практично співпадає з їх впливом у сухому стані. Зокрема, зростання дозування фібри Baucon від 0 до $1.2\text{кг}/\text{м}^3$ викликає поступове збільшення міцності на розтягування при згині. Даний ефект пояснюється армуючою дією волокон фібри, сприяючи збільшенню опору розтягуючим напругам.

Найбільш характерним є вплив меленого кварцового піску, який збільшує міцність як при стиску, так і при розтягуванні при згині на 12-16% в порівнянні зі складами без меленого піску.

Визначення водонепроникності (W) досліджених бетонів проводилося методом мокрої плями на приладі ВНДІБТ на зразках-дисках товщиною 4см (ГОСТ 12730.5-84) та контролювалось по повітряпроникненню на зразках $15\times 15\times 5\text{см}$ прибором „АГАМА-2". Зразки випробувались у віці 90 діб. Перші 28 діб зразки зберігалися у стандартних умовах, потім у воді. Перед дослідженнями рівня W бетон висушувалася на повітрі до рівноважної вологості.

Діаграма, що відображає вплив Щ/П відношення, кількості фібри і меленого піску на водонепроникність, показана на Фіг.6. Дозування цементу, аналогічно Фіг.2-5 зафіксована на рівні $600\text{кг}/\text{м}^3$.

Можна зробити висновок, що всі досліджені склади мали достатньо високий рівень W, що забезпечувалося наявністю в їх складі комплексної добавки Пенетрон + С-3. Найвищий водонепроникність, до W20, показали склади з максимальною кількістю меленого піску і Щ/П відношенням близько 2.

Збільшення дозування портландцементу лінійно підвищує рівень W. Зміна Щ/П в цілому не істотно вплинула на водонепроникність, хоча можна відзначити, що збільшення частки щебеня з мінімальною до середньої підвищує даний показник якості, подальше підвищення Щ/П менш відчутно впливає на W. За рахунок введення наповнювача водонепроникність бетону росте в середньому на $2\times 10^5\text{Па}$. Це пояснюється покращанням капілярно-порової структури композиту. Армування полімерною фіброю неістотно знижує водонепроникність бетону що, на нашу думку, по-

яснюється формуванням направлених капілярів уздовж волокон. При вживанні до 1.2 кг/м^3 фібри водонепроникність знижується не більш, ніж на одну марку. Введення ж наповнювача у свою чергу дозволяє підвищити W не менше, ніж на одну марку.

Таким чином, можливе використання дисперсного армування полімерною фіброю в тонкостінних конструкціях ГТС, що повергаються динамічним діям. Вплив волокон на водонепроникність можна визнати за несуттєвий, при цьому вони відчутно підвищують основний показник опору динамічним навантаженням - ударостійкість, що показано нижче.

Дослідження ударостійкості (Т) бетонів показали, що кількість цементу і Щ/П відношення не роблять істотного впливу на стійкість композиту до удару. Малий вплив дозування цементу на рівень Т пояснюється тим, що у міру збільшення кількості в'язучого композит стає міцнішим, але і паралельно з тим більше «крижимо», що особливо помітно на бетонах високої міцності.

На Фіг.7 показана діаграма у вигляді квадрата, що відображають вплив на ударостійкість (Дж/см^2) кількості меленого піску і полімерної фібри Baueon. При побудові діаграми кількість цементу прийнята 600 кг/м^3 , Щ/П=1.9.

Можна зробити висновок, що найбільш ефективно підвищується рівень ударостійкості при введенні фібри. Волокна, що мають хорошу дисперсію, утворюють в бетоні тривимірні ґрати, які значно підвищують сили зчеплення.

Мелений пісок сприяє додатковому зростанню даного показника якості. Всього за рахунок вживання фібри і меленого піску рівень ударостійкості бетону підвищується приблизно в три рази, що говорить про ефективність даного виду модифікації для конструкцій, які підвертаються дії динамічних навантажень.

Робота модифікованих бетонів при навантаженні вивчалася методом акустичної емісії. Було

виявлено, що введення волокон фібри підвищує стійкість до мікротріщиноутворення. Дисперсно-армований матеріал має високий опір до деструкції і руйнування відбувається при розриві волокон фібри в зоні максимального розтягування. При цьому розвиток макротріщини зупиняється на 1/2 перетину зразка.

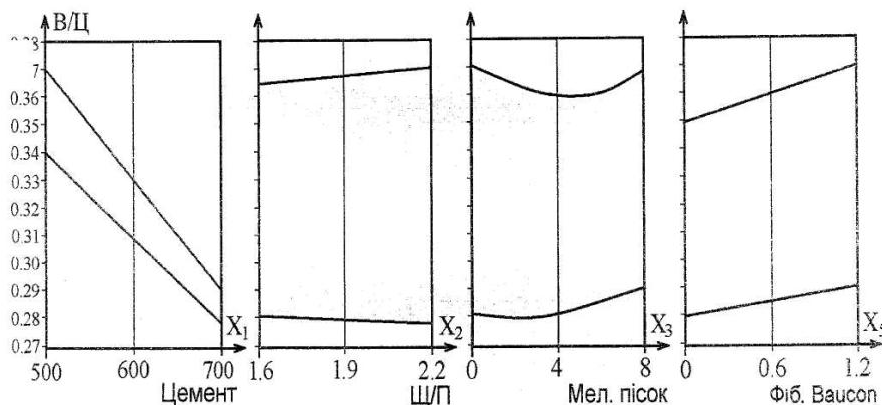
Також було встановлено, що наявність меленого піску в структурі бетону покращує його експлуатаційні характеристики шляхом зниження, перше, кількості мікродфектів, які формуються на стадії затвердіння зразка, і, по-друге, полегшують релаксацію матеріалу під навантаженням на розтягування.

Таким чином, за рахунок сумісного вживання дисперсного армування і меленого кварцового піску можна значно підвищити довговічність бетону в тонкостінних конструкціях, а також позитивно вплинути на його міцність на розтягування.

Крім міцності, водонепроникності і ударостійкості досліджувалась морозостійкість та водонепроникнення бетонів. Було виявлено, що всі склади с поліпропіленової фіброю Baueon мають рівень F не нижче 600 циклів у морській воді, що на 100-150 циклів більше, ніж у аналогічних складах без фібри. Введення меленого піску додатково підвищує морозостійкість бетону ще на 100-150 циклів. Водонепроникнення всіх складів бетонів було не нижче W12 за рахунок введення комплексної добавки Пенетрон-А + С-3.

Крім того, склади в поліпропіленовою фіброю та меленим кварцовим піском мали в 2-3 рази нижчу стираність та вищу корозійну стійкість, ніж склади без фібри та меленого піску.

Таким чином, запропонована корисна модель складу бетонної суміші дає змогу одержати бетон високої рухомості, міцності, морозостійкості та водонепроникності при одночасно з тим підвищеній ударо-, тріщино- і корозійній стійкості та зниженій стираності.

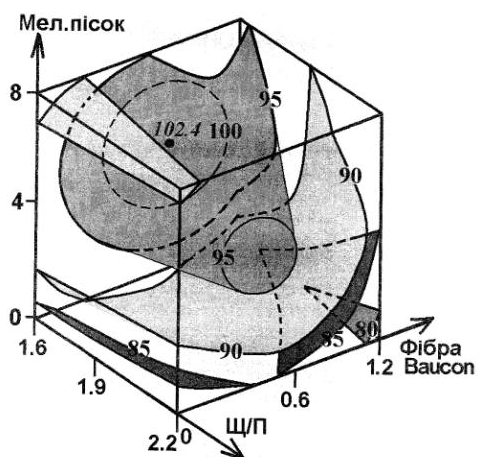


Фіг.1.

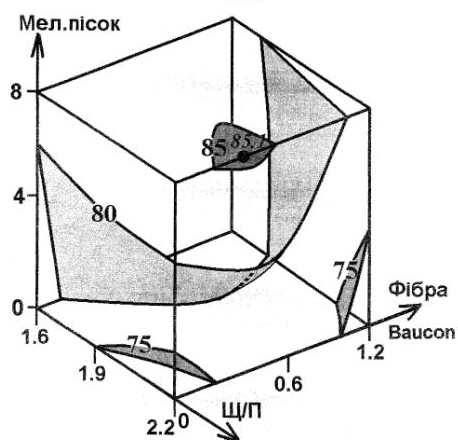
7

32920

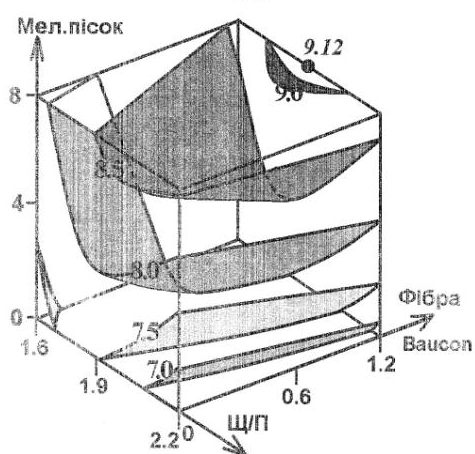
8



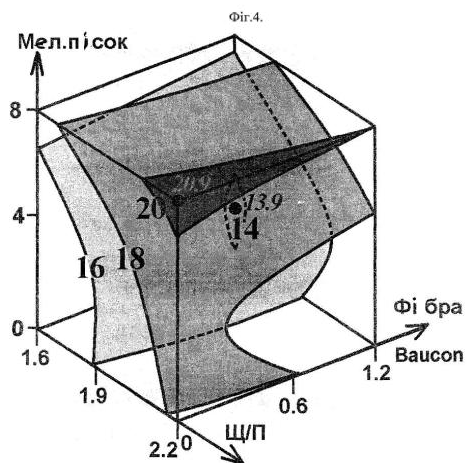
Фіг.2.



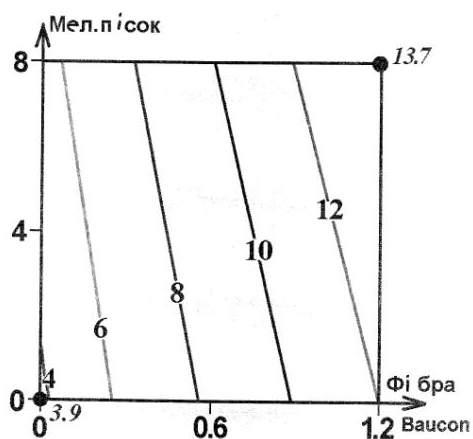
Фіг.3.



Фіг.5.



Фіг.6.



Фіг.7.