

УДК 666.974.6

ВПЛИВ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ДОБАВОК НА ЕФЕКТИВНУ В'ЯЗКІСТЬ МЕХАНОАКТИВОВАНИХ ЦЕМЕНТНО-ВМІЩУЮЧИХ СУСПЕНЗІЙ

Докт. техн. наук, професор І.В. Барабаш
Канд. техн. наук, доцент Л.М. Ксьоншкевич
Аспірант Д.П. Гаращенко

ВЛИЯНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ДОБАВОК НА ЭФФЕКТИВНУЮ ВЯЗКОСТЬ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ

Докт. техн. наук, профессор И.В. Барабаш
Канд. техн. наук, доцент Л.Н. Ксёншкевич
Аспирант Д.П. Гаращенко

THE INFLUENCE OF MULTICOMPONENT ADDITIVES ON EFFECTIVE VISCOSITY OF THE MECHANICALLY ACTIVATED CEMENT SUSPENSIONS

Doct. of techn. Sciences, professor I.V. Barabash
Cand. of techn. sciences, associate professor L. Ksenschkevich
Graduate st. D.P. Harashchenko

У статті розглядаються питання впливу рецептурних факторів в в'язучому для виготовлення самоущільнюючих бетонних сумішей (мікрокремнезем, суперпластифікатору Супер ПК та поліпропіленової фібри) на зміну ефективної в'язкості механоактивованих суспензій на основі портландцементу. Виявлено синергетичний ефект зниження в'язкості цементно-вміщуючих суспензій при спільній дії на них швидкісного змішування та Супер ПК. Проведений експеримент дозволив встановити оптимальні режими механоактивації цементно-вміщуючих суспензій, що забезпечують гранично-можливе руйнування початкової структури системи.

Ключові слова: механоактивація, органо-мінеральна добавка, мікрокремнезем, портландцемент, ефективна в'язкість, швидкісне змішування, поліпропіленова фібра, синергізм.

В статье рассматриваются вопросы влияния рецептурных факторов в вязущем для изготовления самоуплотняющихся бетонных смесей (микрокремнезема, суперпластификатора Супер ПК и полипропиленовой фибры) на изменение эффективной вязкости механоактивированных суспензии

на основе портландцемента. Выявлен синергетический эффект снижения вязкости цементно-содержащих суспензий при совместном действии на них скоростного смешивания и Супер ПК. Проведенный эксперимент позволил установить оптимальные режимы механоактивации цементно-содержащих суспензий, обеспечивают предельно возможное разрушение начальной структуры системы.

Ключевые слова: механоактивация, органо-минеральная добавка, микрокремнезем, портландцемент, эффективная вязкость, скоростное смешение, полипропиленовая фибра, синергизм.

The article deals with the influence of prescription factors in samouschilnyuyuchyh binding agent for making concrete (microsilica, superplasticizer Super PC and polypropylene fibers) to change the effective viscosity of the suspension Mechanically based on Portland cement. Found a synergistic effect of reducing the viscosity of the cement-containing suspensions under the joint action of mixing speed and Super PC. The experiments revealed optimal modes of mechanical activation of cement-containing suspensions to ensure the maximum possible destruction of the original structure of the system.

Key words: mechanoactivation, organomineral additive, microsilica, Portland cement, effective viscosity, high-speed mixing, synergy.

Вступ. Самоущільнюючі (безвібраційні) бетонні суміші знаходять все більше застосування при бетонуванні залізобетонних конструкцій, особливо тонкостінних і густоармованих [1,2]. Основний вклад в одержання самоущільнюючих сумішей належить тонкодисперсним мінеральним компонентам бетонної суміші таким, наприклад як портландцемент, мікрокремнезем, органічний-суперпластифікатор та поліпропіленова фібра. Посилення ролі мінеральних та органічних компонентів можливо за рахунок їх механоактивації в складі суспензії в швидкісних змішувачах оригінальної конструкції [3, 4].

Постановка проблеми в загальному виді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Нагальна необхідність отримання самоущільнюючих бетонних сумішей на базі рядових портландцементі змушує шукати нові технологічні прийоми, наприклад, механоактивація.

Нові можливості при цьому відкриваються за рахунок використання мікрокремнезему, полцпропіленової фібри та суперпластифікатору Супер ПК. Поєднання цих факторів дозволить отримати високотехнологічні цементно-вміщуючі суспензії, які забезпечують підвищену легкоукладальність бетонних сумішей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботами [5, 6] встановлено, що використання мікрокремнезему, як добавки до портландцементу, дає можливість регулювати як легкоукладальність суміші так і процеси структуроутворення цементного каменю і бетону на його основі [7].

Посилюють роль мікрокремнезема в формуванні структури цементного каменю поверхньо-активні речовини та добавка поліпропіленової фібри. Введення поліпропіленової фібри дає можливість ціленаправлено регулювати властивості бетону, підвищуючи його тріщиностійкість, стійкість до перемінного зволоження і висушування, заморожування та відтаювання [8, 9]

Вдосконалення способів приготування бетонної суміші являється істотним резервом підвищення рухливості бетонів, і в тому числі з застосуванням механоактивації в'язучих, що підтверджено роботами І.В. Барабаша [3, 10], Вирового В.М. Федоркіна С.І. [4], Соломатова В.І. [11], та інш.

Визначення мети та задач досліджень. Мета – дослідити вплив режимів механоактивації, концентрації мікрокремнезема, суперпластифікатору Супер ПК та поліпропіленової фібри на зміну ефективної в'язкості суспензій в'язучого. Задача досліджень - отримати синергетичний ефект зниження в'язкості цементно-вміщуючих суспензій з добавкою мікрокремнезему при спільній дії на них швидкісного змішування, суперпластифікатора Супер ПК та поліпропіленової фібри.

Основна частина досліджень. Відомо, що найбільш ефективними технологічними впливами на цементні суспензії є ті, які дозволяють досягти граничного руйнування початкової структури системи, яка характеризується мінімальним показником її ефективної в'язкості [12]. Одним із шляхів виконання даного завдання є застосування інтенсивних гідродинамічних впливів на суспензії в'язучого у швидкісних змішувачах-активаторах.

Для цієї мети використовувався швидкісний трибозмішувач з кількістю обертів робочого органу змішувача 2800 об/хв.

Для приготування суспензії використовувався портландцемент активністю 48 МПа з питомою поверхнею $S_{\text{пит}} = 400\text{м}^2/\text{кг}$, мікрокремнезем (МК) в кількості до 10% маси портландцементу та поліпропіленова фібра (Ф) кількістю до 1%. Для пластифікації суміші використовувався розріджувач Супер ПК в кількості від 0 до 1% маси в'язучого. Час активації суспензії в експерименті варіювався від 0 до 150 сек.

Ефективна в'язкість цементних суспензій визначалася за допомогою ротаційного віскозиметра з коаксіальними циліндрами.

Встановлено, що введення в портландцемент МК призводить до збільшення ефективної в'язкості суспензії з 1500 сП (МК = 0%) до 2900 сП (МК = 10%) тобто майже в 2 рази. Введення в суспензію суперпластифікатора Супер ПК (1%) призводить до зниження ефективної в'язкості. Зокрема, для цементної суспензії без добавки МК в'язкість знизилася з 1500 сП до 150 сП тобто майже в 10 раз. Для цементної суспензії з вмістом МК = 10% ефективна в'язкість суспензії при введенні 1% Супер ПК знизилася з 2900 сП до 812 сП (рис. 1.).

В свою чергу введення в суспензію поліпропіленової фібри кількістю до 1% призводить до незначного збільшення ефективної в'язкості з 1500сП до 1741сП (при вмісті МК=0%, Супер ПК=0%), однак при сумісній дії усіх

компонентів (вміст МК=10%, Супер ПК=1% та Φ =1%) ефективна в'язкість суспензії знижується з 3130 до 947сП, тобто майже в 4 рази рис. 2.

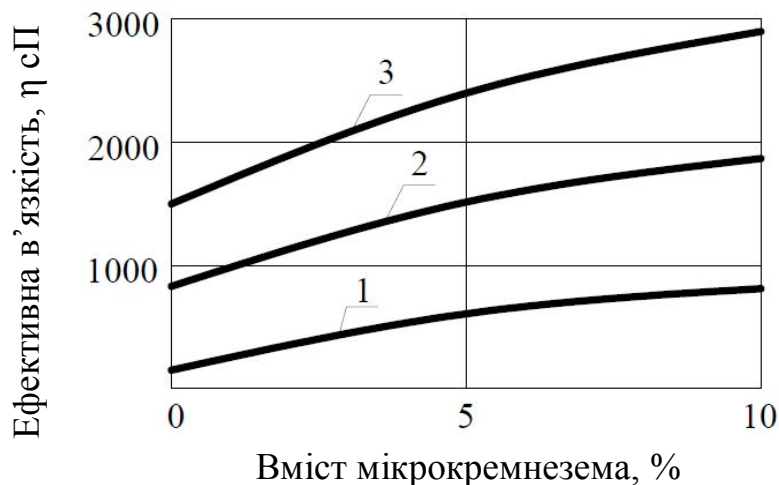


Рис. 1 Вплив органо-мінеральної добавки на зміну ефективної в'язкості суспензій:

1 – Супер ПК=0%; 2 – Супер ПК=0,5%; 3 – Супер ПК=1%

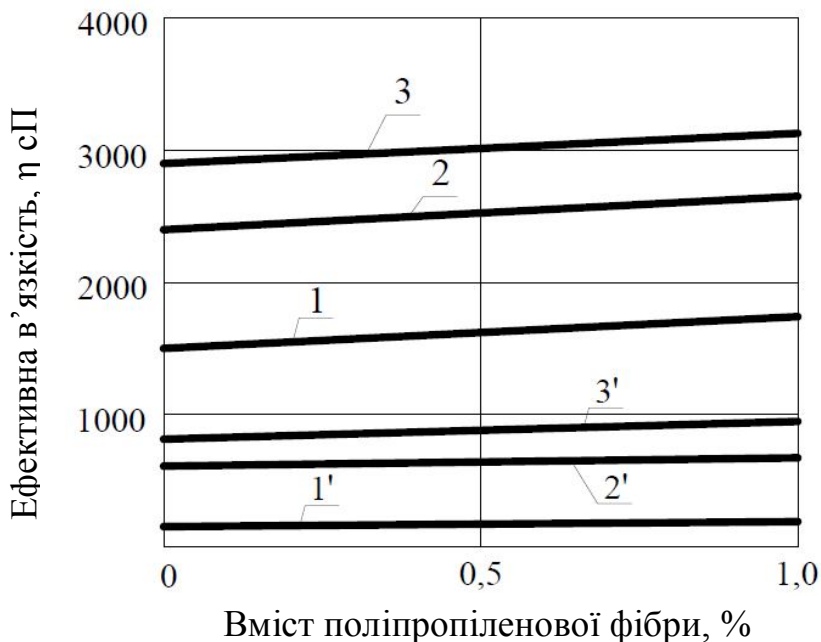


Рис. 2. Вплив вмісту поліпропіленової фібри на зміну ефективної в'язкості суспензій:

1 – МК=0%, Супер ПК=0%; 2 – МК=5%, Супер ПК=0%; 3 – МК=10%, Супер ПК=0%; 1' – МК=0%, Супер ПК=1%; 2' – МК=5%, Супер ПК=1%; 3' – МК=10%, Супер ПК=1%;

Виявлено вплив часу активації суспензії на зміну ефективної в'язкості цементо-вміщуючих суспензій рис. 3. Якщо для суспензій без мікрокремнезему швидкісне змішування призводить до незначного зниження в'язкості з 187 до 116 сП, то з збільшенням вмісту мікрокремнезему до 10 % (при Супер ПК=1% та $\Phi=1\%$) спостерігається значний синергетичний ефект зниження ефективної в'язкості з 947 до 155сП, тобто приблизно в 6 раз.

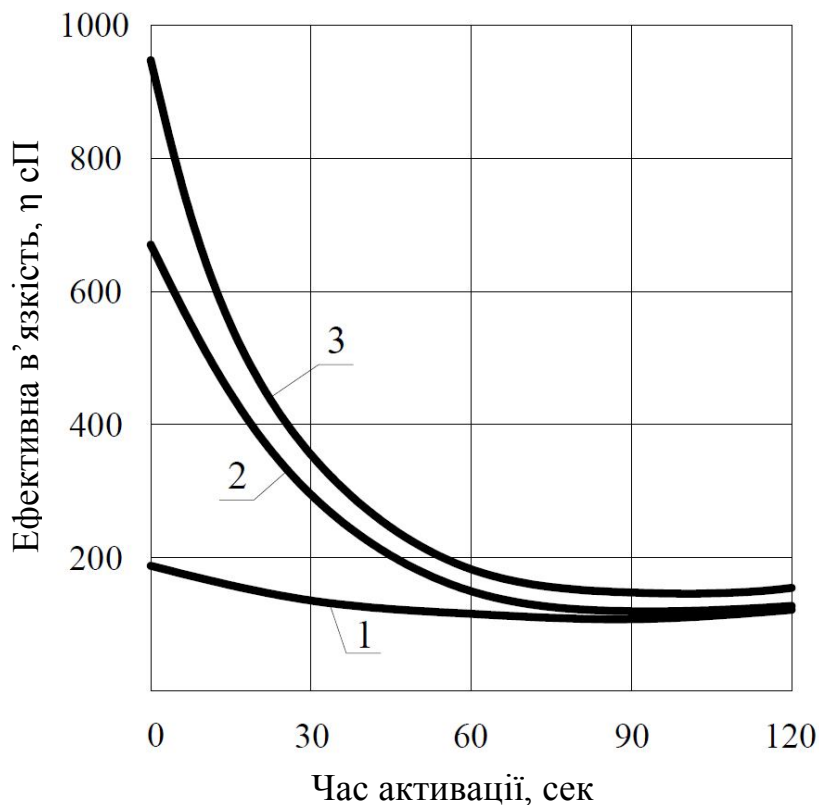


Рис. 2. Вплив режимів механоактивації на зміну ефективної в'язкості суспензії:

Концентрація Супер ПК=1%, поліпропіленової фібри $\Phi=1\%$
 1 – МК=0%; 2 – МК=5%; 3 – МК=10%

Результати досліджень ефективної в'язкості суспензій приведені в табл. 1.

Вплив вмісту мікрокремнезема в портландцементі, поліпропіленової фібри, концентрації Супер ПК і часу змішування на зміну ефективної в'язкості (η) суспензії

Таблиця 1

№ п/п	ПЦ, %	МК, %	Супер ПК, %	Φ, %	Час швидкісного змішування суспензій, сек.					
					0	30	60	90	120	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1	100	0	0	0	1500	504	255	191	175	198	
2	95	5				2400	1049	692	623	680	747
3	90	10				2900	1688	1437	1425	1459	1493
4	100	0	0,5			831	281	143	107	96	112
5	95	5				1515	599	371	337	357	103
6	90	10				1869	951	752	742	751	787
7	100	0	1,0			150	58	30	21	19	24
8	95	5				608	149	47	35	42	51
9	90	10				812	214	63	45	58	66

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
10	100	0	0	0,5	1626	637	344	218	193	248	
11	95	5				2509	1112	785	710	712	734
12	90	10				2998	1750	1482	1458	1507	1542
13	100	0	0,5			940	342	170	121	107	148
14	95	5				1584	712	445	362	380	429
15	90	10				1932	1074	828	808	829	860
16	100	0	1,0			178	71	39	22	19	29
17	95	5				632	272	131	101	115	128
18	90	10				877	333	150	118	129	141
19	100	0	0	1,0	1741	703	404	358	348	371	
20	95	5				2653	1275	890	822	850	881
21	90	10				3130	1920	1694	1673	1703	1734
22	100	0	0,5			1187	380	188	153	147	156
23	95	5				1697	804	528	484	498	509
24	90	10				2019	1155	913	871	883	899
25	100	0	1,0			187	137	122	108	116	122
26	95	5				671	295	150	121	128	137
27	90	10				947	355	183	148	155	166

Загальний аналіз експериментальних даних свідчить про вплив на ефективну в'язкість суспензії як часу швидкісного змішування, так і вмісту мікрокремнезему, поліпропіленової фібри та суперпластифікатора СПК.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Встановлено, що введення до цементно-вміщуючих суспензій розріджувача Супер ПК супроводжується значним зниженням ефективної в'язкості майже в 10 раз. В свою чергу введення в суспензію поліпропіленової фібри до 1% та мікрокремнезему кількістю призводить до збільшення ефективної в'язкості.

При швидкісному змішуванні цементних суспензій з добавкою мікрокремнезему до 10% у присутності Супер ПК та поліпропіленової фібри в

кількості 1% виявлений значний синергетичний ефект зниження ефективної в'язкості, що дозволить отримувати бетонні суміші з підвищеною легкоукладуваністю.

Метою подальших досліджень являється вивчення фізико-механічних характеристик цементного каменю на механоактивованому в'язучому з добавкою мікрокремнезему, поліпропіленової фібри та пластифікатора Супер ПК.

Список використаної літератури

1. Базанов С.М., Торопова М.В. Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства //www.allbeton.ru;
2. Калашников В.И. Самоуплотняющийся высокопрочный бетон / Современные бетоны / Общ. ред. А. Ушеров-Маршак. – Запорожье, 2007. – С. 30-40.
3. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. - Навчальний посібник. - Одеса. Астропрінт, 2002. - 100с.
4. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов. - Симферополь: Таврия, 1997.-180с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона / Баженов Ю.М. – М.: Изд-во АВС, 2003. - 500 с.
6. Рунова Р.Ф. Формирование структуры высокопрочных бетонов. Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян, В.В. Товстонис, С.П. Щербина, Л.Д. Пашина // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка №29, 2008 р., с.91-97.
7. Батраков, В.Г. Эффективность применения ультрадисперсных отходов ферросплавного производства / В.Г. Батраков, С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1989. – №8. – С.24–25.
8. Рабинович Ф.Н. Дисперсноармированные бетоны/Ф.Н. Рабинович//.-М.: Стройиздат,1989.-177с.
9. Рабинович Ф.Н. Об уровнях дисперсного армирования бетонов/Ф.Н. Рабинович//Изв.ВУЗов.Строительство.-1981.-№11.- С.30-36.
10. Барабаш І.В. Механизмы организации структуры механоактивированных грубодисперсных систем. – В зб.: Композиційні матеріали для будівництва. /І.В. Барабаш, В.Н. Выровой //– Вісник ДДАБА. – 2000. – 2 (22). – Макіївка. – С.12-15.
11. Соломатов В.И., Дворкин Л.И., Чудновский С.М. Пути активации наполнителей композиционных материалов // Изв. вузов. Стр-во и арх.-ра. – 1987. - № 1. – С. 60-63.
12. Урьев Н.Б. Коллоидные цементные растворы/ Н.Б. Урьев, И.С. Дубинин / Стройиздат, Ленинградское отделение, 1980. – 192с.

Барабаш І. В. д-р техн. наук, професор кафедри міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Barabash I. V. Dr., Prof., Department of Urban Development and Municipal Engineering Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

*Ксьонікевич Л. М. к-т техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури.
Тел.: (066)917-06-88 E-mail: wl-ksm@mail.ru*

Ksenshkevich L. N. Cand. Sc., Assistant Prof. Department of Urban Development and Municipal Engineering Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture Tel.:(066)917-06-88 E-mail: wl-ksm@mail.ru

Гаращенко Д.П. аспірант кафедри міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Harashchenko D.P. Graduate st. Department of Urban Development and Municipal Engineering Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.