

УДК 691.542:666.972.162

ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОСТІ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРІВ І ЦЕМЕНТІВ

ИССЛЕДОВАНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ И ЦЕМЕНТОВ

THE RESEARCH OF COMPATIBILITY OF SUPERPLASTICIZER AND CEMENT

Толмачов С.М. д.т.н., проф. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Толмачев С.Н. д.т.н., проф. (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)

Tolmachov S.M., doctor of technical sciences, professor, (Kharkov National Automobile and Highway University)

У статті проведено короткий аналіз стану питання про сумісність суперпластифікаторів і цементів. На підставі проведених досліджень в якості показників сумісності запропоновано зміни властивостей цементного тіста і цементного розчину.

В статье проведен краткий анализ состояния вопроса о совместимости суперпластификаторов и цементов. На основании проведенных исследований в качестве показателей совместимости предложены изменения свойств цементного теста и цементного раствора.

The article gives a brief analysis of the compatibility of superplasticizers and cements. Based on the research as indicators of compatibility proposed changes in the properties of the cement paste and cement mortar.

Ключові слова:

Бетон, цементне тісто, розчин, сумісність

Бетон, цементное тесто, раствор, совместимость

Concrete, cement paste, mortar, compatibility

Актуальність. Застосування сучасних хімічних добавок у технології цементних бетонів є найбільш ефективним способом, який підвищує їх якість. Грамотне застосування сучасних добавок-суперпластифікаторів дозволяє вирішити будь-які проблеми, пов'язані з отриманням бетонів із

заданими властивостями. Але вже тривалий час існує проблема, до якої виробники і науковці поки що не приділяють необхідної уваги – це проблема сумісності хімдобавок і цементів. Вона пов'язана з двома основними причинами. По-перше: на цей час цементні заводи України працюють на різних клінкерах, у склад цементу при помолі вводять різні мінеральні добавки, що приводить до отримання цементів з різним мінеральним складом і різними властивостями. Введення однакових суперпластифікаторів в склад бетонної суміші на різних цементах у цьому випадку веде до різкого зниження ефекту дії добавок. По-друге: причина несумісності обумовлена нестабільністю складу добавок, які використовуються у технології бетонів. Виходячи з того, що склад більшості суперпластифікаторів комплексний, а технологія їх виробництва допускає часткову заміну одного компоненту на другий, така заміна також може привести до зниження ефективності дії добавки. У обох випадках це є проявленням несумісності цементу і добавки пластифікатору.

На жаль на сьогоднішній день відсутні конкретні якісні і кількісні ознаки несумісності цементів і добавок, в першу чергу суперпластифікаторів. Тому є актуальним розробка показників оцінки сумісності хімічних добавок-суперпластифікаторів і цементів.

Аналіз останніх досліджень. О.В. Ушеров-Маршак пропонує оцінювати сумісність хімічних добавок з цементами за допомогою термодинамічного аналізу ранніх стадій гідратації [1]. Ефект дії добавок визначається порівнянням термодинамічних і температурно-часових показників та їх впливу на кінетику тепловиділення. Просте порівняння залежностей впливу добавки дозволяє приблизно оцінити можливість досягнення певного технологічного ефекту і її сумісності з цементом.

Г. Бондира-Орач і В. Курдовські під поняттям сумісність «цемент – суперпластифікатор» розуміють низьку в'язкість бетонної суміші з низьким водоцементним відношенням і збереження цієї текучості протягом тривалого часу [2]. При цьому, у разі застосування карбоксилатного суперпластифікатора саме еттрінгіт, а не трехкальцієвий алюмінат, має вирішальне значення для реологічної поведінки цементного розчину. Еттрінгіт формується в просторі, раніше зайнятому водою і кристалами, не пов'язаними з частинками цементу. Це робить можливим їх орієнтацію паралельно течії цементного тіста під час реологічного вимірювання.

На жаль, ці два твердження суперечать загальноприйнятому уявленню про те, що еттрінгіт утворюється в результаті взаємодії якраз трьохкальцієвого алюмінату і гіпсу у водному середовищі. А обсяг води в цементному тісті не настільки великий, щоб кристали еттрінгіту могли орієнтуватися певним чином, тим більше, що їх розмір досить великий, що також заважає орієнтації в якомусь напрямі. Оскільки прямі докази цих тверджень відсутні, то використання реологічних характеристик для оцінки

сумісності цементу і суперпластифікаторів можливо, але вимагає більш коректного теоретичного та методологічного підходу.

М. Ціак запропонував методи експериментально-обчислювального визначення комплексу кінетичних параметрів і критеріїв ефективності [3], які характеризують зміну термокінетичних показників гідратації цементів під впливом добавок, а також їх інтегральний показник - індекс сумісності. Цей метод відкриває можливості визначати сумісні з конкретними цементами добавки, виявляти оптимальні дозування і прогнозувати технологічну ефективність добавок з позицій уповільнення або прискорення твердіння бетону, збереження легкоукладальності бетонної суміші.

Інший спосіб оцінки сумісності запропонований в роботі [4], в якій Р.Ф. Рунова, спираючись на виробничий досвід, пропонує оцінювати сумісність двох добавок суперпластифікаторів різної природи і хімічного складу по їх здатності зберігати властивості бетонної суміші протягом певного часу. Однак, основним завданням у цьому випадку була рання міцність бетонів, яку досягали застосуванням комбінації добавок. І лише попутно розглядали питання сумісності двох різних добавок - пластифікаторів.

Багато дослідників вважають, що фактори сумісності «цемент-добавка» є ознаками технологічної ефективності добавок. Тому деякі вчені пропонують оцінювати сумісність системи «цемент-суперпластифікатор» за критеріями ефективності добавок. Наприклад, під терміном «ефективність» Т.В. Бабаєвська розуміє міру повноти цілеспрямованого дії добавки, тому вона пропонує оцінювати ефективність добавок за критеріями ефективності, які можна розрахувати після проведення експериментальних досліджень.

Заміна показника (показників) сумісності на показники ефективності дії добавок очевидно є підміною одного поняття іншим. Це може привести до того, що добавки, які мають явно виражений низький пластифікуючий ефект (наприклад, лігносульфонати) будуть вважатися несумісними з цементом, а добавки, що мають високу пластифікуючу здатність (типу карбоксилатів) можуть бути оцінені, як сумісні. На нашу думку, необхідно говорити про сумісність і проводити оцінку цього явища на добавках однієї групи по пластифікуючому ефекту, але використовувати для оцінки різні цемента.

Для практичної оцінки ефективності добавок Г.В. Несветаєв [5] використовує систему критеріїв, таких як: показник водознижуючого (водоредукуючого) ефекту, показник текучості суміші, показник потенційного підвищення міцності бетону за рахунок зниження величини В/Ц, показник гідратаційної активності цементу в присутності суперпластифікатора, показник реального підвищення міцності при застосуванні суперпластифікаторів у рівнорухомих сумішах, показник впливу суперпластифікатора на деформації усадки та повзучості. Очевидно, що наведений набір показників сумісності, що запропоновано Г.В. Несветаєвим, досить великий і дозволяє досить точно оцінити цю

характеристику. Але, з точки зору практичного застосування, відтворити всі ці дослідження, особливо у заводській або виробничій лабораторії не представляється можливим. Це робить запропоновані показники більш науковими, ніж практичними.

В.М. Дерев'яно зі співавторами [6] досліджував порівняльну ефективність добавок суперпластифікаторів системи Релаксол (м. Запоріжжя), а також фірм Поліпласт (Росія), МАРЕУ (Італія), СТАСНЕСА (Словаччина), Sika (Швейцарія). Автори вважають, що шлях підвищення ефективності добавок, їх універсальності, багатофункціональності в цементних системах полягає в застосуванні комплексних добавок на основі переважної дії однієї добавки або поліфункціональних комплексних модифікаторів з рівноцінним внеском кожного компонента в сумарну дію комплексних добавок.

Якщо підвести підсумки вище викладеного, слід сказати, що несумісність цементів і добавок, у першу чергу, відіб'ється на зміні властивостей цементного тіста, розчинної і бетонної суміші. Це має проявитися в тому, що суперпластифікатори не будуть у повній мірі виконувати свої функції (наприклад, буде слабка пластифікація, швидке схоплювання, водовідділення тощо). Це дозволяє зробити висновок про те, що кількісними критеріями сумісності цементів і суперпластифікаторів можуть бути:

- показники властивостей цементного тіста;
- збереження у часі властивостей розчинної і бетонної сумішей.

осліджень. У рамках виконання досліджень з оцінки сумісності добавок та цементів на кафедрі ТДБМ ХНАДУ проводили дослідження строків тужавлення цементного тіста з добавками (табл. 1,2).

При проведенні досліджень строків тужавлення обраних цементів та добавок, було виявлено, що одна і та ж сама добавка з різним цементом працює по-різному (табл. 1). Наприклад, Релаксол Темп 4 з Івано-Франківським цементом сповільнює строки тужавлення, а з Балаклеївським – початок тужавлення настає раніше ніж у цементу без добавки. Теж саме відноситься і до добавки BV 12 (фірма BASF, Німеччина). Тобто добавки Релаксол Темп 4 і BV 12 з Балаклеївським цементом не сумісні. При визначенні нормальної густини цементного тіста на різних цементах і з різними добавками спостерігається незначне зниження нормальної густини у цементного тіста на Балаклеївському цементі з добавками Sm 21 (фірма Конвісоль, Україна) та FM 21 (фірма BASF, Німеччина) у порівнянні з контрольним складом (табл. 2). У цементному тісті на Івано-Франківському цементі з добавкою Sm 21 нормальна густина знижується до 27 %. Це може свідчити про те, що ці добавки гірше працюють з даним цементом. У разі несумісності цементу і добавки гірше спостерігається водовідділення, що було відмічено на поверхні цементного тіста на Балаклеївському цементі з добавкою Релаксол Темп 4. У разі сумісності цементу та

суперпластифікатора поверхня цементного тіста гладенька та без ознак виділення води, наприклад, як у цементному тісті на Івано-Франківському цементі з добавкою Релаксол Темп 4.

Таблиця 1 – Результати досліджень строків тужавлення цементного тіста з добавками-суперпластифікаторами

№ з/п	Добавки та їх кількість:		Нормальна густина:	Початок тужавлення	Кінець тужавлення
Балаклєйський цемент					
1	Без добавок	—	25,5	3г.10хв.	4г.50хв
2	BV - 12	1,0 %		1г.30хв	3ч.40хв
3	FM - 21	1,0 %		2г.50хв.	5г.10хв
4	Conwisol Sm 21	1,0 %		4г.20хв	6ч.20хв
5	Релаксол Супер ПК	1,0 %		4г.55хв	6ч.50хв
Івано-Франківський цемент					
6	Без добавок	—	29,5	3г.00хв	4г.10хв
7	BV - 12	1,0 %		5г.30хв	більш 7г
8	FM - 21	1,0 %		3г.25хв.	5г.50хв
9	Conwisol Sm 21	1,0 %		4г.35хв	6г.50хв
10	Релаксол Супер ПК	1,0 %		5г.35хв	більш 7г

* випробування виконувались при температурі повітря + 19 °С та відносній вологості 76 %;

Таблиця 2 – Результати досліджень нормальної густини цементного тіста з добавками-суперпластифікаторами

№ з/п	Добавки та їх кількість:		Нормальна густина:	Початок тужавлення	Кінець тужавлення
Балаклєйський цемент					
1	Без добавок	-	25,5	3ч.10мин	4ч.50мин
3	Sm 21	1 %	24,75	3ч.30мин.	5ч.40мин.
4	FM 21	1 %	24,75	3ч.00мин.	5ч.30мин.
Івано-Франківський цемент					
1	Без добавок	-	29,5	3ч.00мин	4ч.10мин
3	Sm 21	1 %	27,0	5ч.05мин.	6ч.35мин.
4	FM 21	1 %	26,75	4ч.50мин.	6ч.40мин.

Були проведені дослідження по впливу добавок на збереження розпливу конуса у часі (рис. 1, 2). Для проведення досліджень було виготовлено склади розчинних сумішей співвідношення Ц:П = 1:3. Для цементно-піщаних сумішей на Балаклейському цементі водоцементне відношення складало 0,53, а для сумішей на Івано-Франківському цементі – 0,55.

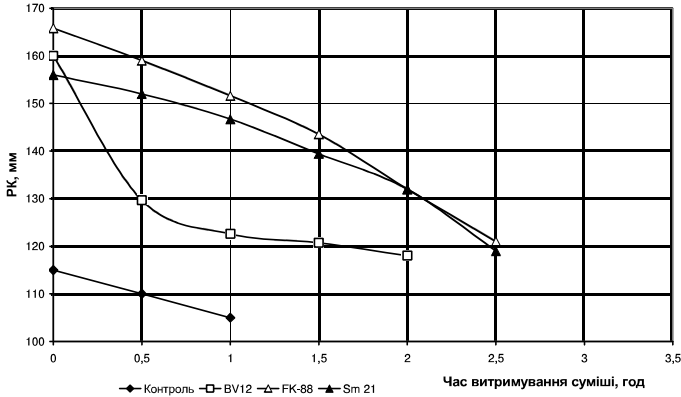


Рис. 1. Дослідження збереження розпливу конуса у часі цементно-піщаних розчинів на Балаклейському цементі

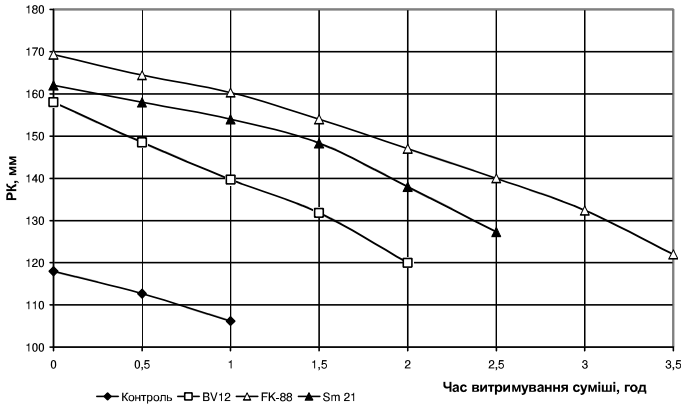


Рис. 2. Дослідження збереження розпливу конуса у часі цементно-піщаних розчинів на Івано-Франківському цементі

При проведенні досліджень по визначенню збереження розпливу конуса у часі виявлено, що добавка FK-88 (фірма MC Bauchemie, Німеччина) з Івано-

Франківським цементом більш сумісна, ніж з Балаклеївським цементом. Тому що, суміш на Балаклеївському цементі з добавкою ФК-88 зберігає свою рухомість на протязі 2г.30хв., а на Івано-Франківському цементі довше – 3г.30хв. Таке ж саме явище спостерігається і для суміші з добавкою Sm 21. При витримуванні суміші з добавкою Sm 21 на Балаклеївському цементі на протязі 2г. 30хв. рухомість дорівнює 119 мм, а на Івано-Франківському цементі при витримуванні на протязі 2 г. 30 хв. рухомість дорівнює 127 мм. Тому можна сказати, що добавка Sm 21 з Івано-Франківським цементом більш сумісна ніж з Балаклеївським цементом.

Для суміші з добавкою BV12 на Балаклеївському цементі спостерігається значне зниження рухомості у перші 30 хв. витримування суміші (рис. 1). Розплив конуса знижується з 160 мм до 130 мм. Це свідчить про несумісність цієї добавки з Балаклеївським цементом. Добавка BV12 з Івано-Франківським цементом менш сумісна (рис. 2), ніж інші добавки, але більш сумісна, чим з Балаклеївським цементом (рис. 1).

Висновок. За результатами проведених досліджень критеріями сумісності суперпластифікаторів і цементів можуть бути обрані: зміна показників якості цементного тіста, а також зміна зручності укладальності цементно-піщаних сумішей у часі.

Список використаних джерел:

1. Ушеров-Маршак А.В. К оценке совместимости химических добавок с цементами в технологии бетона / А.В. Ушеров-Маршак, О.А. Златковский, Л.А. Першина, М. Циак // Строительные материалы. – 2003. - № 4. – С. 11 - 15.
2. Бондыра-Орач Г. Совместимость цемент – суперпластификатор / Г. Бондыра-Орач, В. Курдовски // Современные бетоны – Запорожье 2007: сб. докладов IX Междунар. науч.-практич. конференции, Запорожье, 30 мая – 1 июня 2007 г. / Запорожье: Изд-во ООО «Будиндустрия ЛТД». – 227 с., С. 77 – 80.
3. Циак М. Критериальная оценка совместимости добавок и цементов методами калориметрии / М. Циак // Дни современного бетона: сб. докладов XI Междунар. науч.-практич. конференции «Славянский форум», Запорожье, 30 мая – 1 июня 2010 г. / Запорожье: Изд-во ООО «Будиндустрия ЛТД». – 187 с., С. 134 – 142.
4. Рунова Р.Ф. К вопросу о долговечности пластифицированных бетонов на основе шлаковых цементов / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян, И.О. Ивженко, С.В. Каменотрус // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. - 2011. – № 39. - С. 82 – 89.
5. Несветаев Г.В. Система критериев для оценки эффективности суперпластификаторов и комплексных добавок на их основе / Г.В. Несветаев // Современные бетоны – Запорожье 2007: сб. докладов IX Междунар. науч.-практич. конференции, Запорожье, 30 мая – 1 июня 2007 г. / Запорожье: Изд-во ООО «Будиндустрия ЛТД». – 227 с., С. 64 – 71.
6. Деревянко В.Н. Определение эффективности добавок пластификаторов / В.Н. Деревянко, О.В. Шаповалова, А.А. Дрозд, Н.В. Кондратьева // Дни современного бетона – Хортица 2012: сб. докладов конференции, Запорожье, 25-27 апреля 2012 г. / Запорожье: Изд-во «Будиндустрия, ЛТД». – 166 с., С. 58 – 66.