

эффективности Бу-дівництва в умовах формування ринкових відносин" вип.24, Частина 1. К. : – КНУ-БА, 2011. – С. 69-80.

4. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций : учебн. пособие [для студ. вузов] /. – Харьков. Вища школа, 1982. – 240 с.

АННОТАЦИЯ

Учитывая, что предметом исследования является перемещение крупноразмерных структурных покрытий, для дальнейшего исследования выбираем наиболее привлекательные в этом случае методы подрачивания колонн. После выполнения определения организационно-технологических решений исследованных вариантов методов монтажа крупноразмерных покрытий выделяем методы подъема, которые можно в дальнейшем взять за основу для разработки новых организационно-технологических решений. Выполнены исследования основных технологических показателей, влияющих на безкранови методы подъема структурных покрытий. Это дало возможность модернизации и развития методов подъема структурных покрытий.

Ключевые слова: методы принудительного перемещения, методы монтажа, укрупнение покрытий, гидродомкратные устройства, безкрановые методы, методы подрачивания покрытий.

ANNOTATION

Given that the subject of research is moving large-scale structural coatings for further research we choose the most attractive in this case pidroschuvannya methods columns. After the definition of organizational and technological solutions studied options for mounting large-scale coating methods and highlight recovery methods that you can continue to base the development of new organizational and technological solutions. The research of basic technological parameters affecting bezkranovi methods lifting structural coatings. This allows the modernization and development of methods lifting structural coatings.

Keywords: forced displacement methods, methods of construction, enlargement coatings, hydrodomkratni devices bezkranovi methods, techniques pidroschuvannya coatings.

УДК 691.542:666.972.162

Толмачов С.М. д.т.н., проф.;

Беліченко О.А., к.т.н, с.н.с., ХНА-ДУ, м. Харків

ВПЛИВ СУМІСНОСТІ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРІВ З ЦЕМЕНТАМИ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ

АННОТАЦИЯ

У статті наведено результати дослідження властивостей бетонних сумішей і бетонів на різних цементах та з різними добавками. Досліджено збереження рухомості бетонних сумішей на різних цементах. Показано, що одна і та ж добавка по-різному працює з різними цементами. Розроблено оперативні способи оцінки сумісності цементів і суперпластифікаторів в умовах виробничих лабораторій з використанням стандартного устаткування.

Ключові слова: цемент, суперпластифікатор, бетонна суміш, бетон, рухомість, міцність, водопоглинання, морозостійкість.

Актуальність досліджень. На сьогоднішній день у технології сучасних цементних бетонів все більше набуває актуальності проблема сумісності цементів і суперпластифікаторів (СП). Поняття "сумісність" включає в себе здатність СП забезпечувати задані властивості бетонних сумішей та бетонів і підтримувати їх необхідний час [1]. Практика останніх десятиліть показала, що взаємодія одного і того ж СП з різними цементами або одного цементу з різними СП носить різний характер. В одному випадку СП забезпечує необхідне збереження властивостей бетонної суміші, в іншому ні. Це відбувається тому, що сучасні цементи мають різний хіміко-мінералогічний склад. Сучасні суперпластифікатори відрізняються від добавок попереднього покоління тим, що вони є багатокомпонентними системами і мають комплекс властивостей. Такі суперпластифікатори можуть містити в своєму складі прискорювачі або сповільнювачі твердіння (схоплювання), гідрофобізатори та інші складові. Тому важливого значення набуває дослідження, пов'язані з оцінкою сумісності цементів і СП, які особливо актуальні при наявності великої кількості різноманітних добавок.

Останні дослідження. У багатьох країнах світу дослідження проблеми сумісності цементів і супе-

рпластифікаторів приділяється велика увага. Аналіз поглядів і характер досліджень свідчить про різноманітність суджень в частині виділення конкретних чисельних показників сумісності і методів їх оцінки. Часто поняття "сумісність" замінюється поняттям "ефективність дії". Наприклад, набула поширення думка про те, що для підвищення ефективності дії СП необхідне підвищення або зниження їх витрати. У той же час, деякі вчені, які проводили дослідження причин зниження ефективності дії СП, використовували у роботах термін "сумісність". В Україні це, в першу чергу, роботи під керівництвом О.В. Ушєрова-Маршака [1–4]. Дослідження, які були проведені рядом вчених [1, 2, 5, 6] дозволяють оцінити сумісність цементу і добавок, але для цього потрібне спеціальне обладнання, якого не мають виробничі лабораторії. Крім того, запропоновані в цих та деяких інших роботах методи оцінки досить трудомісткі і вимагають кваліфікованого персоналу.

Для правильного вибору критеріїв сумісності цементів і добавок необхідно розглянути, що було запропоновано в цьому напрямку дослідниками. Наприклад, у роботі [2] пропонується використовувати три категорії факторів сумісності "цемент добавка": хімічний і мінеральний склад цементу; характеристики суперпластифікатора: молекулярна маса, будова і розгалуженість молекулярних ланцюгів, ступінь поліконденсації та ін.; технологічні параметри: концентрація добавок, температура, послідовність введення, режим перемішування та ін.

Незважаючи на очевидну правильність такого підходу, в умовах заводських лабораторій, особливо в польових умовах, облік цих факторів досить складний. Наприклад, визначення складу цементу вимагає великих витрат часу і коштів, дорогого устаткування. Склад суперпластифікаторів є інтелектуальною власністю фірм-виробників і захищений патентами. Зміна технологічних параметрів виготовлення сумішей і бетонів з урахуванням наведених факторів вимагає наявності штату досвідчених співробітників, а головне часу. Приймати рішення про сумісність потрібно протягом обмеженого часу, бажано протягом декількох годин або однієї доби, використовуючи стандартне обладнання заводських лабораторій.

Інший спосіб оцінки сумісності, що запропоновано в роботі [7, 8], в якій Р.Ф. Рунова, спираючись на виробничий досвід, пропонує оцінювати сумісність добавок суперпластифікаторів різної

природи і хімічного складу за їхньою здатністю зберігати властивості бетонної суміші протягом певного часу. Однак, основним завданням в цьому випадку була рання міцність бетонів, яку досягали застосуванням комбінації добавок. І тільки попутно розглядали питання сумісності двох різних добавок-пластифікаторів. Аналіз кінетики зміни міцності процес довготривалий і може бути допоміжним критерієм сумісності.

На сьогоднішній день поки відсутні єдині критерії кількісного аналізу сумісності цементів і добавок, які застосовуються в технології важких цементних бетонів. Одна зі спроб кількісної оцінки була дана в роботі [9]. Отримані результати засновані на даних досліджень в цій області, які були проведені на кафедрі технології дорожньо-будівельних матеріалів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Слід зазначити, що несумісність цементів і добавок послідовно відібується на зміні властивостей цементного тіста, розчинної і бетонної суміші і бетонів. Це повинно проявитися в тому, що СП не будуть в повній мірі виконувати свої функції (наприклад, буде слабка пластифікація, швидке схоплювання, водовідділення та т.ін.).

Мета досліджень. Метою даного дослідження є розробка оперативних і достовірних способів оцінки сумісності СП і цементів, яких можна виконати за допомогою стандартного устаткування в умовах виробничих лабораторій і оцінити кількісно.

Виклад основного матеріалу. Нами були проведені експериментальні дослідження впливу хімічних добавок на властивості бетонних сумішей та бетонів на різних цементах для виявлення критеріїв сумісності різних суперпластифікаторів і цементів.

У дослідженнях використовували цемент марки ПЦ І 500 Н Балаклеївського цементного заводу (Харківська обл.) та Івано-Франківського цементного заводу. Цементи двох різних заводів обрані, оскільки хімічний склад їх клінкерів відрізняється. В якості добавок використовували сучасні суперпластифікатори Sm 21 (фірма Альпі, Україна); FK 88 (Фірма MC-Bauchemie, Німеччина); Fm 21, BV 12 (фірма BASF, Німеччина). В основному це меламін- або нафталінсульфіровані олігомери (Sm 21, Fm 21). У паспорті виготовлювача добавка FK 88 вказана, як добавка на основі поліметіленнафталінсульфонатів і модифікованих лігносульфонатів. Добавка BV 12 являє собою

суміш очищених лігносульфонатів з добавкою нафталінсульфированих олігомерів. Використовували пісок Вознесенського кар'єру Миколаївської області, а щебінь кар'єру Кіровоградграніт. Склад бетонної суміші 1 : 1,53 : 3,36.

Сумісність чи несумісність добавок і цементів в першу чергу повинна проявитися у зміні властивостей цементного тіста. Дослідження термінів схоплювання, які були проведені раніше, показали, що одна і та ж добавка по-різному працює з різними цементами [10]. Встановлено, що в разі сумісності цементів і суперпластифікаторів відбувається зменшення нормальної густоти цементного тіста в межах не менше, ніж на 10...15 %. При цьому відбувається істотна (не менше, ніж на 1 годину) зміна термінів схоплювання в бік скорочення або збільшення.

Ряд авторів вважає, що показником сумісності може бути збереження розчинних і бетонних сумішей у часі. Наші дослідження показали [10], що для оцінки сумісності СП і цементів за допомогою зміни розпливу конуса розчинної суміші недостатньо вимірювань протягом однієї години, а потрібен аналіз зміни рухомості протягом 2...3 годин.

Дослідження збереження у часі осадки конуса бетонних сумішей показали, що існує різниця між впливом однакових по ефективності, але декілька різних за складом (судячи з описів фірм-виробників) добавок (рис. 1, 2). У бетонній суміші на Балаклєївському цементі з добавкою FK88 рухомість знижується плавно. Після 1 години витримання вона падає на 16 %, через 2 години на 32 %, і до 3 годин витримання суміш має осадку конуса 9 см (рис. 1).

У бетонної суміші на цьому ж цементі з добавкою Sm 21 спостерігається різке зниження рухомості вже в перші 30 хвилин витримання рухомість знижується з 18 см до 11,5 см, тобто на 36 %. Через годину рухомість знижується більш, ніж в 2 рази.

Рухомість бетонних сумішей на Івано-Франківському цементі (рис. 2) з добавкою FK88 і Sm 21 через 1 годину витримання знижується на 13...14 % і зменшується в 2 рази тільки через 2,5...3 години. Якщо в якості кількісного критерію встановити швидкість зниження осідання конусу: через 1 годину не більше, ніж на 15...16 %, а через 2,5...3 години не більше, ніж в 2 рази, то можна сказати, що добавка Sm 21 з Балаклєївським цементом несумісна, а добавка FK88 сумісна.

З Івано-Франківським цементом сумісні і добавка FK88 і добавка Sm 21. Будь-які відхилення від зазначених кількісних співвідношень дозволяють говорити про більшу чи меншу порівняльну сумісність (або несумісність) різних СП і цементів.

Дослідження міцності бетонів природного твердіння з добавками на Балаклєївському цементі показали, що при більшій швидкості набору міцності в бетонах з добавками FK 88 і Fm 21 у порівнянні з бетонами з добавками Sm 21 і BV 12, їх міцність до 28 діб вище, ніж у бетонів з добавками Sm 21 і BV 12 (на 35...40 %) і більше, ніж у бетону без добавок (на 48 %) (рис. 3). Низький приріст міцності у бетонів з добавками Sm 21 і BV 12 у порівнянні з бетоном без добавок (15...20 %) може свідчити про несумісність цих добавок з даним цементом. У найкращій мірі з Івано-Франківським цементом поєднуються СП FK 88 і

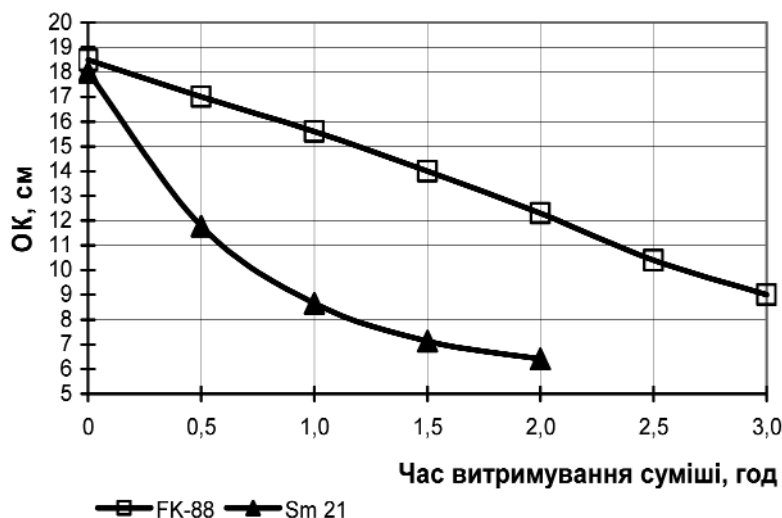


Рис. 1. Осідання конуса у часі бетонних сумішей на Балаклєївському цементі

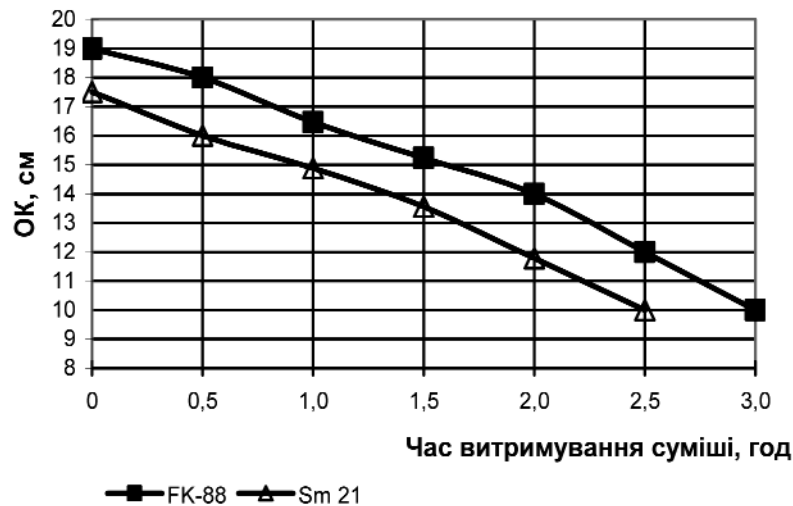


Рис. 2. Осідання конуса у часі бетонних сумішей на Івано-Франківському цементі

Fm 21. Міцність бетонів з ними на 28 добу природного твердіння вище міцності бетону без добавок на 37...40 % (рис. 4).

Приріст міцності бетону з добавкою Sm 21 трохи нижче і становить 30 %. Ще менше цей показник у бетонів з добавкою BV 12 (20 %). Це свідчить про те, що добавка Sm 21 гірше поєднується з Івано-Франківським цементом, ніж інші добавки. Можна також відзначити, що добавка BV12 погано поєднується з цим цементом. Говорячи про кількісну оцінку сумісності СП і цементів за показником міцності необхідно враховувати, що добавки класу меламін- або нафталінсульфированих олігомерів здатні збільшувати міцність бетонів на 40...50 % у порівнянні з бетонами без добавок. Добавки на основі полікарбоксилатів дозволяють за-

безпечити приріст міцності на рівні 50...70 %. Що стосується добавок на основі лігносульфонатів, то їх гранична ефективність становить близько 30 %. Тому можна відзначити, якщо максимальний ефект приросту міцності не забезпечується, то добавка недостатньо сумісна з цементом. Для точної кількісної оцінки ступеня сумісності термін "достатності" вимагає додаткових досліджень.

Були проведені дослідження експлуатаційних властивостей бетонів з добавками на різних цементах (табл. 1). Водопоглинання бетону з добавкою FK 88 на Балаклеївському цементі дорівнює 3,7 %, а з добавкою Sm 21 4,8 % (табл. 1), що на 30 % вище. Це підтверджує гіршу сумісність добавки Sm 21 з Балаклеївським цементом. У зразків бетону з добавкою FK 88 на Івано-Франківському це-

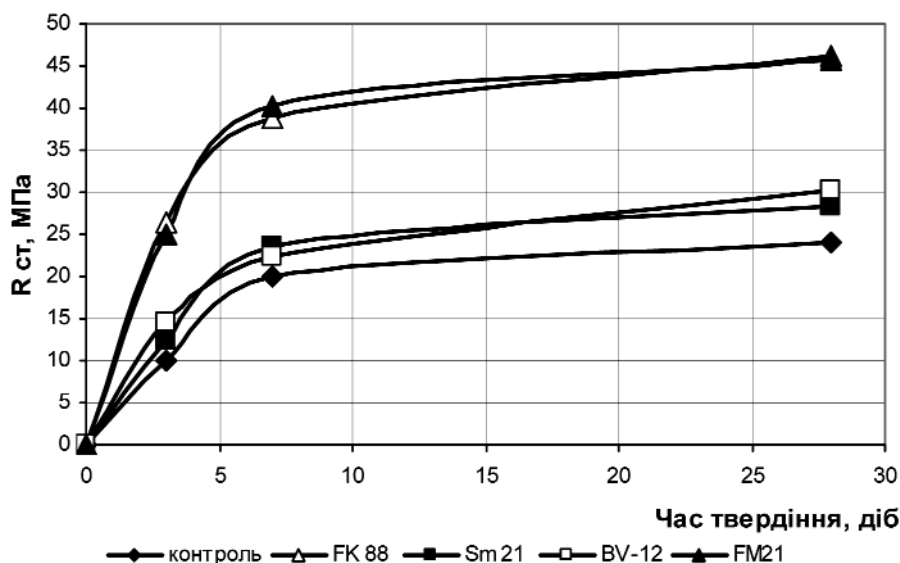


Рис. 3. Міцність бетонів з добавками на Балаклеївському цементі

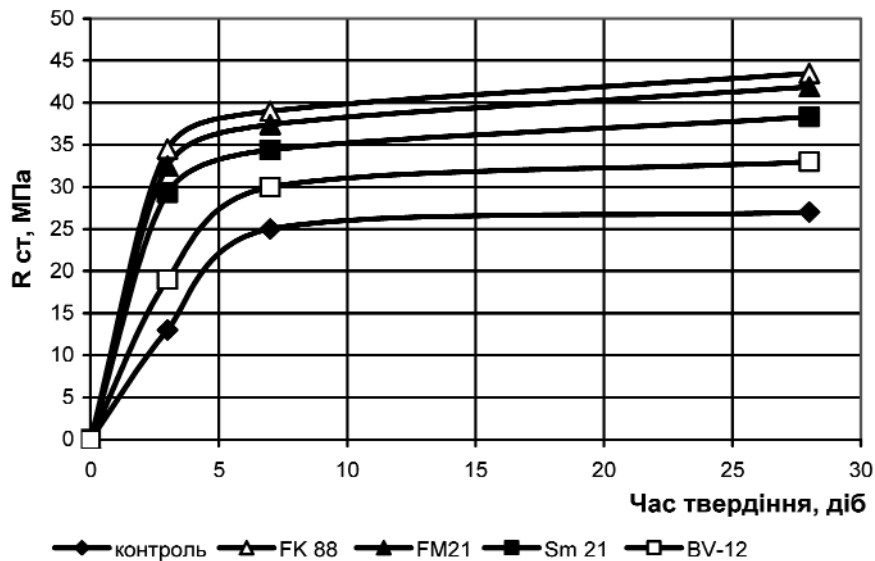


Рис. 4. Міцність бетонів з добавками на Івано-Франківському цементі

менті водопоглинання становить 3,2 %, а з добавкою Sm 21 3,6 %, що гірше на 12,5 %.

Дослідження морозостійкості за прискороною методикою показали, що бетон з добавкою FK 88 на Балаклівському цементі має коефіцієнт морозостійкості 0,96 після 20 циклів заморожування та відтавання (табл. 1), і, відповідно, марку F200. У бетоні з добавкою Sm 21 після 20 циклів випробувань коефіцієнт морозостійкості дорівнює 0,89, що свідчить про те, що марка по морозостійкості цього бетону F150. На поверхні зразків спостерігалось лущення і відколи країв. Морозостійкість бетонів з добавкою FK 88 і Sm 21 на Івано-Франківському цементі після 30 циклів випробувань практично відповідає марці F300 (табл. 1). Ці дослідження можуть бути свідченням того, що добавка Sm 21 погано сумісна з Балаклівським цементом, але добавка FK 88 сумісна з ним в недостатній мірі. З Івано-

Франківським цементом обидві добавки добре сумісні, що відображається на підвищенні морозостійкості бетонів.

Висновки. 1. Показано, що міцність бетонів на Балаклівському цементі з добавками FK 88 і Fm 21 вище у 1,5...1,6 рази в порівнянні з бетоном, що містить добавки Sm 21 і BV 12 на тому ж цементі. Недостатній набір міцності бетону з добавками Sm 21 і BV 12 свідчить про їх несумісність з Балаклівським цементом. Міцність бетонів з добавками FK 88, BV 12, Fm 21 на Івано-Франківському цементі знаходиться в межах 38...42 МПа, а з добавкою Sm 21 30 МПа. Це свідчить про те, що добавка Sm21 гірше поєднується з Івано-Франківським цементом, а добавки FK88, BV12, FM21 сумісні з Івано-Франківським цементом.

2. Встановлено, що водопоглинання бетону на Балаклівському цементі з несумісною добавкою Sm 21 на 20 % вище у порівнянні з водопоглинан-

Таблиця 1. Дослідження експлуатаційних властивостей бетонів з добавками на різних цементах

№ 3/п	Добавка	Водопоглинання, %	Коефіцієнт морозостійкості після кількості циклів		
			10	20	37
Балакліївський цемент					
1	Sm 21	4,8	0,95	0,89	-
2	FK 88	3,7	0,99	0,96	0,90
Івано-Франківський цемент					
1	Sm 21	3,6	0,99	1,04	0,93
2	FK 88	3,2	1,03	0,96	0,95

ням бетону з добавкою FK 88 на тому ж цементі. Марка бетону по морозостійкості в разі сумісності цементу і хімічної добавки досягає F300, в разі не-сумісності цементу і добавки, марка бетону за морозостійкістю знижується до F150...F200.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ушеров-Маршак А.В. Совместимость — тема бетоноведения и ресурс технологии бетона / А.В. Ушеров-Маршак, М. Циак // Строительные материалы. 2009. № 10. С. 12 — 15.

2. Ушеров-Маршак А.В. Физико-химическая оценка эффективности добавок в бетон по данным калориметрии / А.В. Ушеров-Маршак, А.В. Кабусь // Дни современного бетона: Сборник докладов конференции. Запорожье: Изд-во "Будиндустрия, ЛТД", 2012. С. 12 — 18.

3. 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.

4. Ушеров-Маршак А.В. Добавки в бетон: прогресс и проблемы / А.В. Ушеров-Маршак // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 8 — 12.

5. Бондыра-Орач Г. Совместимость цемент — суперпластификатор / Г. Бондыра-Орач, В. Курдовски // Современные бетоны: сб. докладов IX Междунар. науч.-практич. конференции. Запорожье: Изд-во ООО "Будиндустрия ЛТД", 2007. С. 77 — 80.

6. 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: Изд-во ООО "Будиндустрия ЛТД", 2010. С. 134 — 142.

7. Пилипенко А.С. Бетоны с суперпластификатором: жизнеспособность и ранняя прочность / А.С. Пилипенко, Л.Д. Пашина, С.П. Щербина, Р.Ф. Рунова // Строительные материалы. 2003. № 4. С. 15 — 17.

8. 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.

9. Толмачев С.Н. К вопросу о совместимости компонентов цементного бетона с химическими добавками / С.Н. Толмачев, В.П. Сопов, Д.С. Толмачев // Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения): сб. докладов Междунар. науч.-практич. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. Ч. 4. С. 254 — 260.

10. Толмачов С.М. Дослідження сумісності суперпластифікаторів і цементів / С.М. Толмачов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук праць. — Вип. 31. — Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2015. — С. 176 — 182.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования свойств бетонных смесей и бетонов на разных цементах и с различными добавками. Исследована сохранность подвижности бетонных смесей на разных цементах. Показано, что одна и та же добавка по-разному работает с разными цементами. Разработаны оперативные способы оценки совместимости цементов и суперпластификаторов в условиях производственных лабораторий с помощью стандартного оборудования.

Ключевые слова: цемент, суперпластификатор, бетонная смесь, бетон, подвижность, прочность, водопоглощение, морозостойкость.

ANNOTATION

The results of studies of the properties of concrete and concrete mixes on different cements with various additives. Investigated the safety of mobility concrete mixes on different cements. It is shown that the same additive works differently with different cements. Develop operational methods for assessing the compatibility of cement and superplasticizer in a manufacturing laboratory with standard equipment.

Keywords: cement, superplasticizer, concrete mix, concrete, mobility, strength, water absorption, frost resistance.