

В.В. Нікічанов

Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСКОРЮВАЧІВ І СПОВІЛЬНЮВАЧІВ ТВЕРДІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНІВ

Виконано огляд і аналіз літературних наукових даних з питання застосування прискорювачів і сповільнювачів твердіння, у тому числі добавок комплексної дії (пластифікаторів, тощо), в технології виготовлення бетонів різного призначення. Наведено показники властивостей цементного тіста і бетонів. Показана доцільність, ефективність і перспективність застосування добавок в технології виготовлення бетонів.

Ключові слова: прискорювач, сповільнювач, пластифікатор, суперпластифікатор, гіперпластифікатор, комплексна добавка, в'язуче, заповнювач, бетон, властивості.

Постановка проблеми

При бетонуванні конструкцій виникає необхідність збереження заданих властивостей бетону при транспортуванні і укладанні, швидкого набору міцності закладеного бетону з метою скорочення терміну будівництва, попередження появи тріщин (усадочних або через підвищене тепловиділення) та інших дефектів у бетоні. Використання традиційних прискорювачів і сповільнювачів твердіння бетонів дозволяє знизити енерго- і матеріаломісткість виробництва, однак може негативно відбитися на міцності, надійності та довговічності бетону. Тому, важливо при виборі добавок враховувати їх побічну дію на арматуру, закладні елементи і зміну властивостей бетону в цілому. Визначення строків тужавіння і твердіння особливо актуально для бетону, при виготовленні якого використано прискорювачі і сповільнювачі твердіння.

Метою цієї роботи є аналіз деяких окремих результатів наукових досліджень, спрямованих на застосування прискорювачів і сповільнювачів твердіння, в тому числі добавок комплексної дії, в технології виготовлення бетонів для виявлення впливу добавок на показники властивостей бетону, визначення порівняно ефективності їх застосування та вибору напрямку подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виклад основного матеріалу

Як відомо, вибір добавок здійснюють виходячи з технології виготовлення бетонних виробів і конструкцій на підставі рекомендацій нормативно-технічної документації. Авторами [1] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу прискорювачів твердіння («Мобет 1» і «Sika®Rapid 1») на фізико-механічні властивості важкого бетону. Дослідження проведено порівняно з

добавками сульфату алюмінію (СА), сульфату натрію (СН), сульфатносодової суміші (ССС). СССР являє собою відхід алюмінієвого заводу з масовою часткою Na_2SO_4 69,6 %, Na_2CO_3 21,0 %, Al_2O_3 1,9 %, вода – інше. Прискорювач вводили у кількості 1,5 і 2,0%. Як заповнювач застосовували щебінь з гравію фракції 20-5 мм і збагачений пісок з модулем крупності 2.7; в якості в'язучого - портландцемент. Дослідженнями з визначення впливу прискорювачів на терміни тужавіння цементного тесту встановлено, що за збільшенням ефективності впливу на початок тужавіння добавки розташовано в наступній послідовності: СН < СССР < «Sika®Rapid 1» < «Мобет 1» < СА; за збільшенням ефективності впливу на кінець тужавіння: СН < СССР < «Мобет 1» < «Sika®Rapid 1» < СА. Дослідженнями з визначення впливу введення прискорювачів у кількості 1,5-2,0% на межу міцності при стисненні бетонних зразків нормального твердіння встановлено, що за збільшенням ефективності впливу на міцність зразків у віці однієї доби добавки розташовано в наступній послідовності: «Мобет 1» (8,2-8,3 МПа, приріст 9-11 %) < СССР (10,1-10,4 МПа, приріст 35-38 %) < СН (10,1-10,5 МПа, приріст 34-40 %) < «Sika®Rapid 1» (9,9-10,7 МПа, приріст 32-42 %) < СА (10,1-10,8 МПа, приріст 35-44 %); за збільшенням ефективності впливу на міцність зразків у віці 28 діб: «Мобет 1» (36,8 МПа, приріст 0 %) < СА (37,2 МПа, приріст 1 %) < СН (37,5 МПа, приріст 2 %) < СССР (40,1-40,5 МПа, приріст 9-10 %) < «Sika®Rapid 1» (41,2 МПа, приріст 12 %). Відзначено, що прискорювачі «Мобет 1» і «Sika®Rapid 1» не викликають висолів на поверхні конструкцій, що надає їм перевагу у використанні, порівняно з СА і СН. Подальшими дослідженнями [2] розроблено рецептуру комплексної добавки (КД) і виконано оцінку фізико-хімічних властивостей бетону, виготовленого із за-

стосуванням різних прискорювачів. КД отримували змішанням ССС і корбоксилатного поліефіру «Одолит-К». «Одолит-К» вводили у кількості від 0 до 100% з кроком 20%. КД вводили у кількості 2,5-3,5% від маси цементу в бетонну суміш спільно з водою замішування. Дослідженнями з вивчення впливу співвідношення компонентів у КД на межу міцності при стисненні бетонних зразків встановлено, що максимальну міцність бетону у віці 1 доби (15,3 МПа, приріст 96%) отримано при співвідношенні ССС : «Одолит-К» рівному 80 : 20. У цілому, при зменшенні змісту «Одолит-К» у КД від 100 до 20% міцність зразків збільшується від 8,6 МПа (приріст 10%) до максимуму, а при відсутності «Одолит-К» у КД - знову зменшується до 11,3 МПа (приріст 45%). Максимальну міцність бетону у віці 28 діб (62,6 МПа, приріст 61%) також отримано при співвідношенні ССС : «Одолит-К» рівному 80:20. При зменшенні змісту «Одолит-К» у КД від 100 до 20% міцність зразків збільшується від 52,1 МПа (приріст 34%) до максимуму, а при відсутності «Одолит-К» у КД - знову зменшується до 43,2 МПа (приріст 11%). Дослідженнями тепловиділення цементного тіста з прискорювачами визначено збільшення температури гідратації (на 15-20 °С) і більш раніше (на 5-9 годин, в порівнянні з тістом без прискорювача) досягнення температурного максимуму.

У роботі [3] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу прискорювачів твердіння (СН, гідроксид натрію (ГН)) на набір міцності композиційного цементного каменю у присутності суперпластифікатора (нафталінформальдегідний - «СП-1») і гіперпластифікатора (полікарбоксилатний - «Melflux 1641F»). В якості в'язучого застосовували середньоалюмінатний портландцемент, фазовий склад якого представлено алітом (C₃S) ~ 67 %, алюмоферритом (C₄AF) ~ 15 %, білітом (C₂S) ~ 11 %, алюмінатом (C₃A) ~ 4 %. Як активну мінеральну добавку застосовували метакаолін (продукт термічної обробки мономінеральних каолінітові глини), хімічний склад якого представлено SiO₂ ~ 54,1 %, Al₂O₃ ~ 44,8 %, Fe₂O₃ ~ 0,1 %. Метакаолін вводили у кількості 5 і 10% від маси портландцементу. Дослідженнями впливу добавок пластифікаторів «СП-1» і «Melflux 1641F» без застосування прискорювачів на набір міцності цементного каменю встановлено, що межа міцності при стисненні зразків у віці від 3 до 28 діб збільшується від ~ 51 до 100 МПа і від ~ 47 до 120 МПа при введенні метакаоліну у кількості 5%, а також від ~ 44 до 98 МПа і від ~ 44 до 110 МПа при введенні метакаоліну у кількості 10%. Дослідженнями впливу добавок прискорювачів на набір міцності композиційного цементного каменю (пластифікатор + метакаолін) встановлено, що максимальна величина межі міцності при стисненні зразків у віці 28 діб відповідає зразкам,

що містять ГН, а також «СП-1» і метакаолін у кількості 5% (~175 МПа проти ~100 МПа для СН). Слід зазначити, що межа міцності при стисненні цементного каменю, що містить «Melflux 1641F» і метакаолін у кількості 5%, при введенні прискорювачів знижується на ~ 20 МПа, а при вмісті мета каоліну у кількості 10% - знижується на ~10 МПа для СН і на ~2 МПа для ГН. Межа міцності при стисненні цементного каменю, що містить «СП-1» і метакаолін у кількості 5%, при введенні СН збільшується на ~ 2 МПа, а при введенні метакаоліну у кількості 10% - збільшується на ~15 МПа для СН і на ~ 22 МПа для ГН. У цілому, застосування ГН дозволило збільшити міцність композиційного цементного каменю на всіх термінах твердіння в 1,2 рази.

Авторами [4] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу комплексного введення добавок прискорювача твердіння («X-SEED 1000») і суперпластифікатора PCE («Glenium ACE 430») на міцність важкого бетону. Прискорювач вводили у кількості 0,5 і 1,0%; суперпластифікатор - від 0,6 до 1,0% від маси цементу. Як заповнювач застосовували щебінь фракції 20-5 мм і кварцовий пісок модулем крупності 1,9. В якості в'язучого застосовували портландцемент. Прискорювач і суперпластифікатор вводили в бетон одночасно з останньою 1/3 частиною води замішування. Дослідженнями встановлено, що спільне використання добавок дозволяє знизити водопотребу бетону на 17-30% за умови збереження рівноподвійності маси, причому при підвищеному вмісті суперпластифікатора збільшується період часу тужавіння цементного тіста. Максимальна міцність (38 і 65 МПа) на 3 і 28 добу отримана на зразках, що містять прискорювач у кількості 0,5% і суперпластифікатор у кількості 1%, причому дана міцність в 2 і 1,5 рази перевищує міцність бетонів без добавок прискорювача і суперпластифікатора.

У роботі [6] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу поетапного введення добавок 3-х типів (суперпластифікатора на основі полікарбоксилатов «Супер ПК», сповільнювача (карбоксиметилцелюлоза) і прискорювача твердіння) на властивості бетонної суміші, що самоущільнюється і міцності бетону, який застосовують в сухому жаркому кліматі. Як заповнювач використовували щебінь фракції 10-5 мм і пісок; в якості в'язучого - цемент, що складається з клінкерного цементу і меленого шлаку (в кількості 40% від маси цементу). Для збільшення періоду збереження заданих технологічних властивостей бетонної суміші (незважаючи на можливість зниження міцності бетону в ранньому віці) на першому етапі при змішуванні компонентів бетонної суміші з водою замішування вводили частину суперпластифікатора спільно зі сповільнювачем. Для відновлення технологічних

показників бетонної суміші і компенсації можливої втрати ранньої міцності бетону на другому етапі перед укладанням бетону вводили другу частину суперпластифікатора, але вже спільно з прискорювачем. Дослідженнями вивчення впливу добавок на величину пластичної міцності і час структуроутворення цементного тіста встановлено різке зменшення пластичної міцності у момент введення добавок на другому етапі, а також збільшення часу структуроутворення. Так, максимальний період часу, що характеризується мінімальною пластичною міцністю, відповідає ~ 360-475 хвилин при одноетапному введенні тільки сповільнювача твердіння і ~ 565 хвилин при двоетапному введенні добавок, що свідчить про ефективність запропонованого способу приготування бетону.

Авторами [8] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу добавок (прискорювачів, супер- і гіперпластифікаторів, комплексної дії) на властивості цементного тіста. Як прискорювач використовували: «Centrament Rapid 680» у кількості 1%, «Релаксон» - 3%, «Weiss Rapid» - 0,5, 1,0 і 1,5%, форміат кальцію - 0,5 і 1,0 %. Як суперпластифікатор використовували: «Muraplast FK 48» у кількості 0,6%, «Reamin MF-100» - 0,4%, «Weiss SM» - 0,4%; гіперпластифікатор - «Muraplast FK 63» у кількості 0,6%, «Reomax PC-750» - 0,4%, «Поліпласт СП-1» - 0,4%. В якості в'язучого застосовували портландцемент 5 марок з розбігом за фазовим складом: C_3S від 53,8 до 62,8%, C_2S від 10,7 до 24,6%, C_3A від 3,9 до 9,2%, C_4AF від 11, 4 до 14,9%. Дослідженнями з визначення сумарних тепловиділень цементів показано, що за збільшенням інтенсивності розвитку тепловиділень фази розташовано в наступній послідовності: $C_2S < C_4AF < C_3S < C_3A$. Дослідженнями з визначення сумарних тепловиділень цементу з добавками прискорювачів через 12 і 24 години, порівняно з тепловиділеннями цементу, встановлено, що за збільшенням ефективності добавки розташовано в наступній послідовності: «Centrament Rapid 680» (-20,4 і -5%) < форміат кальцію (-0,8 і -3,3%) < «Релаксон» (+12,8 і 14,4%) < «Weiss Rapid» (+16,5 і +27,5%). Слід зазначити, що невеликий приріст сумарного обсягу тепловиділень при використанні «Centrament Rapid 680» відзначено через 50 годин. Дослідженнями з визначення сумарних тепловиділень цементу з добавками пластифікаторів (сповільнювачів) через 12 і 24 години, порівняно з тепловиділеннями цементу, встановлено, що за збільшенням ефективності добавки розташовано в наступній послідовності: «Muraplast FK 63» (-15,5 і -5,5%) < «Поліпласт СП-1» (-22,0 і -10,6%) < «Reamin MF-100» (-31,0 і -14,0%) < «Muraplast FK 63» (-48,5 і -18,5%) < «Weiss SM» (-63,3 і -28,0%) < «Reomax PC-750» (-92,0 і -71,6%).

У роботі [9] представлено результати досліджень, спрямованих на вивчення впливу прискорювачів з пластифікуючим ефектом (суперпластифікатор «С-3», комплексні добавки «Гексалит А», «Реламікс», «Лігнопан Б2», прискорювач ГШС) на показники властивостей бетону. Прискорювач ГШС розроблено на кафедрі технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Казанського державного архітектурно-будівельного університету; у своєму складі він містить гальванічний шлам. В якості заповнювача використовували щебінь і кварцовий пісок, в якості в'язучого - партландцемент. Дослідженнями встановлено збільшення повітрязалучення бетонних сумішей при використанні добавок у наступній послідовності: «Лігнопан Б2» (3,4%) < «С-3» (3,8%) < «Гексалит А» (3,9%) < «Реламікс» (4,5%) < ГШС (4,8%). Щільність бетонних сумішей при використанні добавок збільшується у наступній послідовності: «Гексалит А» (2415 кг / м³) < «Реламікс» (2420 кг / м³) < «Лігнопан Б2» (2425 кг / м³) < ГШС (2445 кг / м³) < «С-3» (2450 кг / м³). Розтікання конуса бетону при використанні добавок збільшується у наступній послідовності: «Лігнопан Б2» (7 см) < «Гексалит А» (20 см) < ГШС (21 см) < «Реламікс» (22 см) < «С-3» (23 см). Межа міцності при стисненні бетонних зразків у віці 1 доби при використанні добавок збільшується у наступній послідовності: «Лігнопан Б2» (13,2 МПа) < «С-3» (13,4 МПа) < «Гексалит А» (14, 2 МПа) < «Реламікс» (16,1 МПа) < ГШС (16,5 МПа, приріст 54%); у віці 28 діб: «С-3» (55,4 МПа) < «Лігнопан Б2» (56,1 МПа) < «Гексалит А» (56,8 МПа) < «Реламікс» (58,2 МПа) < ГШС (59,2 МПа, приріст 10%).

Авторами [10] представлено результати досліджень, спрямованих на розробку КД, що складається з суперпластифікатора («Melflux 2641F»), силікат-брили (далі СБ) і однієї з солей ($CaCl_2$, KCl , K_2SO_4), для бетонів. Хімічний склад СБ представлено: Na_2SO_4 71,0 %, Na_2CO_3 22,4 %, Na_2O 3,9 %, Al_2O_3 2,7 %. В якості заповнювача використовували щебінь і будівельний пісок з модулем крупності 2,6; в якості в'язучого - партландцемент. Суперпластифікатор вводили у кількості 0,3%, СБ - 0,5%, сіль - 0,5%. Дослідженнями з визначення впливу КД на межу міцності при стисненні зразків дрібнозернистого бетону у віці 1 і 28 діб встановлено, що за ефективністю добавки розташовано у наступній послідовності (наведено за видом застосовуваної солі в КД): KCl (20,5 і 48,5 МПа) < $CaCl_2$ (22,9 і 51,1 МПа) < K_2SO_4 (25,8 і 56,1 МПа, приріст 186 і 55%). Отримане збільшення міцності дозволяє відмовитися від теплової обробки бетону. Дослідженнями впливу розробленого КД (вводили у кількості 1,3%) порівняно з «Реламікс Т-2» (вводили у кількості 1%), «Sika Visco Crete 24 HE» (в кількості 0,6%) і

«Glenium ACE» (в кількості 0,6%) на водо-цементне відношення важкого бетону встановлено, що по збільшенню ефективності добавки розташовуються в наступній послідовності: «Реламікс Т-2» (0,41) < «Sika Visco Crete 24 HE» (0,39) < «Glenium ACE» (0,38) < КД (0,32). Дослідженнями впливу прискорювачів на межу міцності при стисканні зразків важкого бетону після доби встановлено, що за збільшенням ефективності добавки розташовано в наступній послідовності: «Sika Visco Crete 24 HE» (13,7 МПа) < «Реламікс Т-2» (14,1 МПа) < «Glenium ACE» (15,2 МПа) < КД (22,1 МПа, приріст 273%); у віці 28 діб: «Реламікс Т-2» (56,8 МПа) < «Sika Visco Crete 24 HE» (57,4 МПа) < «Glenium ACE» (58,2 МПа) < КД (69,5 МПа, приріст 89%).

В роботі [11] виконано дослідження, спрямовані на розробку методики визначення температури замерзання водного розчину хімічних добавок різного призначення і визначення температури замерзання зазначених розчинів. Дослідженнями визначення температури замерзання розчинів пластифікаторів (в тому числі супер- і гіпер-) встановлено, що за збільшенням ефективності добавки розташовано в наступній послідовності: «Sika Plast-2089 LF» (-1,5 °C) < «Sika ViscoCrete 3190» (-2,5 °C) < «Стахемент 2000 М» (-3,5 °C) < «Sika Plastiment Stayer» = «Sika Plastiment BV 3М» = «Sika Plast 2135» = «Sika ViscoCrete 5-600SP» (-5 °C) < «Sika ViscoCrete 5 New» (-7 °C). Дослідженнями визначення температури замерзання розчинів прискорювачів твердіння встановлено, що більшу ефективність має добавка «ТЕМП Ж45» (-20,5 °C), ніж «Стахемент NS» (-18,5 °C). У випадку добавок комплексної дії більшу ефективність має прискорююча твердіння добавка з пластифікуючим ефектом «Стахемікс» (-14 °C), ніж протиморозна добавка з пластифікуючим ефектом «Стахефрост» (-11 °C). Отримані дані дозволяють при необхідності відкоригувати склад бетону та технологічні параметри ведення робіт, а також розкрити галузі застосування, які не вказано виробником.

Висновки

Виконано аналіз досліджень, спрямованих на вивчення питання застосування прискорювачів і сповільнювачів (пластифікаторів) твердіння, у тому числі добавок комплексної дії, в технології виготовлення бетонів. Встановлено ефективність впливу деяких прискорювачів твердіння на терміни тужавіння (початок і кінець) цементного тіста і межі міцності при стисненні бетонних зразків. Показано, що спільне використання добавок прискорювача твердіння і пластифікатора дозволяє знизити водопотребу за умови збереження рівно-рухливості бетону, а також підвищити межу міцності при стис-

ненні бетонних зразків. Показано ефективність поетапного введення добавок 3-х типів (суперпластифікатора, сповільнювача і прискорювача твердіння) для моделювання технологічних властивостей бетону. Визначено порівняно ефективність застосування ряду прискорювачів і пластифікаторів за показниками властивостей бетону і зразків з нього.

Література

1. Ібрагімов, Р.А. Дослідження впливу електролітів на фізико-механічні властивості важкого бетону [Текст] / Р.А. Ібрагімов, В.С. Ізотов // Вісник Казанського технологічного університету, 2014. – № 14. Том. 17. – с. 140-143.
2. Ібрагімов, Р.А. Використання сульфатно-содової суміші в якості прискорювача твердіння в технології важкого бетону [Текст] / Р.А. Ібрагімов, В.С. Ізотов, Р.Х. Хузїахметов // Вісник Казанського технологічного університету, 2015. – № 9. Том. 18. – с. 167-170.
3. Вплив прискорювачів на кінетику твердіння композиційного цементного каменю з добавками супер- і гіперпластифікатора [Текст] / З.А. Камалова, Є.Ю. Нормілова, Р.З. Рахімов, О.В. Стоянов // Вісник Казанського технологічного університету, 2014. – № 15. Том. 17. – с. 40-43.
4. Дослідження впливу комплексу модифікаторів на кінетику твердіння бетонів / С.М. Анісімов, О.В. Кононова, А.Ю. Леїшканов, А.О. Смирнов // Електронний науковий журнал «Сучасні проблеми науки й освіти». Розділ технічної науки. - 2014. - № 4. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14082>.
5. Уласевич, В.П. Роль модифікування води замішування добавкою STG-3 у процесах прискорення твердіння цементних бетонів [Текст] / В.П. Уласевич, О.А. Якубовська, З.М. Уласевич // Вісник Брестського державного технічного університету. Будівництво та архітектура, 2012. – № 1. – с. 102-106.
6. Саліх, Ф. Моделювання властивостей бетону, що самоуцілюється при поетапному введенні добавок [Текст] / Ф. Саліх, С. Коваль // Вісник НТУ «ХПИ», 2013. – № 57 (1030). – с. 38-44.
7. Хузін, А.Ф. Фізико-механічні властивості високоміцного бетону, модифікованого комплексною добавкою [Текст] / А.Ф. Хузін, Р.А. Ібрагімов // Звістки КГАСУ. - 2015. - №4 (34). - с. 317-321.
8. Ратиц, Е.М. Аналіз ефективності застосування хімічних добавок для важкого бетону з метою скорочення термінів виробництва бетонних робіт [Текст] / Е.М. Ратиц // Вісник науки і освіти Північного Заходу Росії, 2015. – Т.1. – № 2. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://vestnik-nauki.ru>.
9. Степанов, С.В. Порівняльний аналіз пластифікуючого ефекту комплексних прискорювачів твердіння [Текст] / С.В. Степанов, І.В. Боровських, Г.Р. Хілавієва // Міжнародний науковий журнал «Інноваційна наука». - 2016. - № 4. - с.157-158.
10. Красінікова, Н.М. Бетон з прискорювачем твердіння на основі силікат-брили [Текст] / Н.М. Красінікова, Р.Р. Кашапов, М.М. Гайнутдинов // Міжнародний науковий журнал «Інноваційна наука». - 2016. - № 7-8. - с.51-53.
11. Гуцин, С. В. Хімічні добавки в бетон і їх температура замерзання [Текст] / С.В. Гуцин // Інновації в бетонознав-

стві, будівельному виробництві і підготовці інженерних кадрів: збірник статей за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченій 100-річчю від дня народження І.М. Ахвердова і С.С. Атаєва, Мінськ, 9-10 червня 2016 р./ Білоруський національний технічний університет; редкол.: Е.І. Батяновський, В.В. Бабицький. - Мінськ, 2016. - Ч. 1. - С. 77-81.

References

- Ibragimov, R.A., & Izotov, V.S. (2014). Investigation of electrolytes influence on the physical and mechanical properties of heavy concrete. *Bulletin of Kazan Technological University*, 14, 140-143.
- Ibragimov, R.A., Izotov, V.S., & Khushiakhmetov, R.Kh. (2015). Using of sulphate-soda mixture as a hardening accelerator in heavy-concrete technology. *Bulletin of Kazan University of Technology*, 9(Vol. 18), 167-170.
- Kamalova, Z.A., Normilova, E.Yu., Rakhimov, R.Z., & Stoyanov, O.V. (2014). Influence of accelerators on hardening kinetics of composite cement stone with addition of super- and hyper-plasticizer. *Bulletin of Kazan Technological University*, 15(Vol. 17), 40-43.
- Anisimov, S.N., Kononova, O.V., Leshkanov, A.Yu., & Smirnov, A.O. (2014). Investigation of modifier complex influence on kinetics of hardening of concretes. *Electronic scientific journal "Modern problems of science and education". Section technical sciences*, 4. Retrieved from <https://www.science-education.ru/en/article/view?id=14082>.
- Ulasevich, V.P., Yakubovskaya, O.A., & Ulasevich, Z.N. (2012). The role of mixing's water modifying by addition of STG-3 on processes of hardening cement concrete accelerating. *Bulletin of the Brest State Technical University. Construction and architecture*, 1, 102-106.
- Salih, F., & Koval, S. (2013). Modeling of self-compacting concrete properties by step-by-step adding of additives. *News of NTU "KhPI"*, 57(1030), 38-44.
- Khuzin, A.F., & Ibragimov, R.A. (2015). Physical and mechanical properties of high-strength concrete which modified with the complex additive. *Izvestiya KGASU*, 4(34), 317-321.
- Ratz, E.M. (2015). Analysis of effectiveness of chemical additives use for heavy concrete in order to shorten time for concrete work production. *Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia*, (Vol. 2). Retrieved from <http://vestnik-nauki.ru>.
- Stepanov, S.V., Borovskikh, I.V., & Hilaviyeva, G.R. (2016). Comparative analysis of plasticizing effect of complex hardening accelerators. *International Scientific Journal "Innovative Science"*, 4, 157-158.
- Krasnikova, N.M., Kashapov, R.R., & Gainutdinov, M.M. (2016). Concrete with hardening accelerator based on silicate-lumps. *International Scientific Journal "Innovative Science"*, 7-8, 51-53.
- Gushchin, S.V. (2016) Chemical additives in concrete and their freezing temperature. *Innovations in Concrete Science, Construction Production and Engineer Training: collection of articles on the materials of the International Scientific and Technical Conference, dedicated to the 100th anniversary of the birth of I.N. Akhverdova and S.S. Ataeva*, Minsk, 9-10 June 2016. Belarusian National Technical University; Rare: E. I. Batyanovsky, V. V. Babitsky. Minsk, Part 1, 77-81.

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Т.О. Костюк, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків, Україна

Автор: НІКІЧАНОВ Вячеслав Володимирович
кандидат технічних наук,
доцент кафедри дерев'яних та металевих
конструкцій
Харківський національний університет будівництва
та архітектури
E-mail - v_valx7@bigmir.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5913-1043>

APPLICATION OF ACCELERATORS AND HARDENING RETARDANTS IN THE CONCRETE MANUFACTURE TECHNOLOGY

V. Nikichanov

Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine

Have been performed the scientific literature review and analysis, directed on studying the application of some hardening accelerators and retarders, including additives of complex action (plasticizers, etc.), in the technology of concrete's manufacturing for various purposes. Have been shown the influence and dependences of properties indicators changes cement's paste and concrete's on the type and quantity of additives (carboxymethylcellulose; silicate-lumps; CaCl₂, KCl, K₂SO₄ salts; aluminum sulfate; sodium sulfate; sulfate-sodium mixture; as well as brands: Гексалит А; Луцнопан Б2; Мобет 1; Одолит-К; Polyplast СП-1; Релаксон; Реламикс; Реламикс Т 2; С-3; Стахемент 2000 М; Стахемент NS; Стахемикс; Стахефрост; Сунер ПК; ТЕМП Ж45; Centrament Rapid 680; Glenium ACE; Glenium ACE 430; Melflux 1641F; Melflux 2641F4 Muraplast FK 48; Muraplast FK 63; Reamin MF-100; Reomax PC-750; Sika Plast-2089 LF; Sika Plast 2135; Sika Plastiment BV 3M; Sika Plastiment Stayer; Sika®Rapid 1; Sika Visco Crete 24 HE; Sika Visco Crete 3190; Sika Visco Crete 5 New; Sika Visco Crete 5-600SP; Weiss Rapid; Weiss SM; X-SEED 1000). Has been shown the effectiveness of certain hardening accelerators influence on the setting time (beginning and end) cement's paste and the compressive strength concrete's samples. Has been given an efficiency of some accelerators and plasticizers application in terms of concrete's properties and samples from it. It has been noted that the joint use of some hardening accelerators and plasticizers allows reducing water demand while maintaining the same-mobility of concrete, as well as increasing the compressive strength of concrete samples. Have been shown data on the effectiveness of plasticizer (including super and hyper) and hardening accelerators solutions by freezing temperature. Have been shown technological expediency, efficiency and perspective of hardening accelerators and retarders use in concrete's technology manufacturing in terms of improving its quality and reliability, improving the performance of lining.

Keywords: accelerator, retarder, plasticizer, superplasticizer, hyperplasticizer, complex additive, binder, filler, concrete, properties.