

## ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК В БЕТОНІ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ

Вінницький національний технічний університет<sup>1</sup>

### *Анотація*

Проведено аналіз основних хімічних добавок, що дозволяє оцінити їх вплив на кількісний склад бетону, що дає змогу не тільки зменшити дозування цементу в складі матеріалу, а також певний економічний ефект у вигляді здешевлення розчину і зменшення транспортних і складських витрат.

**Ключові слова:** бетон, хімічні добавки, цемент.

### *Abstract*

The analysis of the main chemical additives is carried out, which allows to estimate their influence on the quantitative composition of concrete, which allows not only to reduce the dosage of cement as part of the material, but also a certain economic effect in the form of cheapening the solution and reducing transport and warehouse costs.

**Keywords:** concrete, chemical additives, cement.

### **Вступ**

Виробництво високофункціональних бетонів на сьогоднішній день вимагає пошуку нових прогресивних технологій. Використання різноманітних в'язучих речовин, заповнювачів, додатків, а також технологічних прийомів дозволяє одержувати бетони з різноманітними властивостями. Це забезпечує можливість їх застосування при виготовленні конструкцій і споруд широкої номенклатури і функціонального призначення – від важких високоміцних бетонів для несучих конструкцій до ефективних теплоізоляційних ніздрюватих бетонів для огорожувальних конструкцій житлових будинків і промислових споруд. Застосування хімічних добавок є ефективним засобом регулювання реологічних властивостей бетонних сумішей, необхідного модифікування структури цементного каменю в бетоні та самого бетону, а отже покращення його фізико - механічних характеристик і довговічності [1].

### **Основна частина**

В сучасному будівництві бетон є одним з основних конструкційних матеріалів, рівень виробництва якого постійно зростає. Введення до складу бетону невеликих кількостей різних хімічних речовин - добавок для зміни і регулювання властивостей бетонних сумішей і затверділих бетонів - сприяє підвищенню ефективності та якості у виробництві залізобетонних виробів і при зведенні монолітних споруд.

Застосування добавок є найбільш ефективним способом, що підвищує якість бетонів, що не вимагає великих капітальних витрат. Грамотне застосування цільових комплексних добавок дозволяє вирішити будь-які проблеми, пов'язані з отриманням бетонів із заданими властивостями. Висока міцність, низька проникність, підвищена довговічність і морозостійкість можуть бути досягнуті із застосуванням високорухливих бетонних сумішей, що містять сучасні добавки [2].

Всі добавки можна розділити на шість груп.

**Суперпластифікатори** — дозволяють підвищити рухливість бетонної суміші, або збільшити міцність, щільність і водонепроникність бетону, або знизити витрату цементу при забезпеченні необхідної міцності бетону.

**Прискорювачі набору міцності** — збільшують швидкість набору міцності в ранні терміни твердіння (1-3 доби), підвищують марочну міцність бетону.

**Добавки, що регулюють збереженість рухливості бетонної суміші,** — затребувані в жарку пору року або при необхідності тривалого перевезення бетонної суміші.

**Добавки з протиморозним ефектом** — забезпечують проведення бетонних робіт в зимовий час при температурах до мінус 15 ° С і навіть до мінус 25 ° С

**Модифікатори бетону** — бетони з цими добавками мають клас по міцності до В80 при застосуванні цементів марки 500, відрізняються зниженою проникністю, морозостійкістю, корозійною стійкістю і довговічністю, при цьому бетонна суміш може мати високу рухливість.

**Добавки для бетонів що самоущільнюються** — допомагають вирішити проблему бетонування тонкостінних, густоармованих конструкцій.

**Комплексні добавки** — об'єднують в собі декілька видів впливу на бетонну суміш [3].

Використання хімічних добавок в бетоні дасть змогу для зменшення дозування цементу, що крім якісного, дає і певний економічний ефект у вигляді здешевлення розчину, а також і зменшення транспортних і складських витрат.

Оптимальна кількість добавок встановлюється експериментально при підборі складу бетону шляхом порівняння показників бетонних і розчинових сумішей і бетону з добавками та без них, урахування характеристик складових матеріалів бетону, а також умов тверднення.

Орієнтовно кількість добавок приймається згідно ДБН В.2.7-64-97 з перевіркою дії цих добавок в бетоні при приготуванні пробних замісів, що наведено в таблиці 1 та 2 [4].

Таблиця 1

Кількість добавок у бетон

Вид добавки	Умовне скорочене позначення	Кількість добавки, % від маси цементу, в перерахунку на суху речовину
I Пластифікатори:		
1.1 Пластифікатори I групи (супе-		
	С-3	0,5- 1,0
	ДФ	0,5- 2,0
	10-03	0,2- 1,0
	МФ-АР, МКФ-АР	0,4- 0,8
	40-03	0,2- 0,9
	СМФ	0,5- 1,0
1.2 Пластифікатори II, III, IV груп		
	ЛСТ	0,1- 0,2
	ЛТМ	0,5- 0,9
	ЛСТМ-2	0,1- 0,3
	МТС-1	0,2- 0,5
	ХДСК-I (НЛК-1)	0,4- 0,8
	ХДСК-2 (НЛК-2)	-
	НИЛ-20	0,3- 0,6
	Окзил	0,1- 0,2
	ПФС	0,2- 0,8
	УПБ	0,15 - 0,5
	ПДК (ПДКО)*	0,5- 0,8
	ПЛКП	0,7- 1,5
	Р	0,7- 1,5
	ВРП-1	0,005 - 0,03
	ВРП-Э50	0,04 - 0,06
	М-1	0,1 - 0,4
	ПФП	0,05 - 0,8
	УЦР	0,03- 0,06
	ЩСПК (ПАЩ-I)	0,15- 0,5
	ЩСПК <sub>м</sub>	-
	НЧК	0,1-0,2
	КЧНР	0,1-0,2
	ГКЖ-10	0,05-0,2
	ГКЖ-11	0,05-0,2
	ПФЛХ	0,1-0,25

	ПМЩ	0,1-0,8	
	ЛХД	0,15-0,3	
	ВЛХК	0,1-0,25	
	МН (М1)	0,1-0,4	
2 Стабілізуючі, водоутримуючі	ПОЭ	0,02-0,2	
	МЦ-100	0,1-0,2	
3 Такі, що сповільнюють тужавлення бетонних сумішей та	ЛСТ	0,2-0,6(для монолітних конструкцій)	
	НТФ	0,02-0,15	
	КП	0,05-0,3	
	ФЭС (ФЭС-50)	0,03-0,1	
4 Такі, що прискорюють тужавлення	П	5,0-15,0	
	ХК	1,5	
	НК	1,5-2,5	
	ННК	2,0-3,0	
	ННХК	1,5-2,5	
	ХН	до 4,0	
	СН	0,5-2,0	
	М	0,1-0,5	
	ТНФ	до 3,0	
	НН1	до 3,0	
	5 Кольматуючі пори (ущільнюючі)	С-89	0,6-1,5
		ДЭГ-1	1,0-1,5
СА		3,0	
СЖ		3,0	
ХЖ		2,0-3,0	
6 Газоутворюючі	136-41 (кол. ГКЖ-94)	0,03-0,1	
	136-157М (кол. ГКЖ-94М)	0,01-0,07	
	ПАК	0,005 - 0,01	
	ПАП-1	0,005 - 0,01	
	7 Повітроутягувальні	КТП	0,005 - 0,01
ОТП		0,05	
СДО		0,01-0,08	
СНВ		0,005 - 0,05	
ОП		0,005 - 0,035	
ЩСПК (ПАЩ-1)		0,15-0,5	
ЩСПКм		0,1-0,25	
НЧК		0,1-0,2	
КЧНР		0,1-0,2	
ГКЖ-10		0,05-0,2	
ГКЖ-11		0,05-0,2	
ПФЛХ		0,15-0,25	
ПМЩ		0,1-0,8	
ЛХД		0,15-0,3	
8 Піноутворюючі		С	0,005 - 0,02
9 Протиморозні		АВ	5,0-15,0
		ХК	2,0-6,0
	НН	2,0-10,0	

	ННХК	3,0-14,0
	НКМ	3,0-12,0
	П	5,0-15,0
	ННК	3,0-9,0
	НК	3,0-9,0
	ХН	4,0-12,0
	М	8,0-12,0
10 Інгібітори корозії сталі	НН	3,0
	ТБН	0,2-3,0
	БХН	0,5
	БХК	0,5
	КИ-1	0,025 - 0,15
	ННК	до 3,5
11 Гідрофобізуючі	ФЭС (ФЭС-50)	0,03-0,1
	АМСР-3	0,08-0,1
	136-41 (кол. ГКЖ-94)	0,03-0,1
	136-157М (кол. ГКЖ-94М)	0,03-0,1
	ГКЖ-10	0,05-0,2
	ГКЖ-11	0,05-0,2
	ССП	0,03-0,1
12 Бактерицидні	КБ	0,05-10,0

Таблиця 2

## Рекомендовані склади комплексних добавок

Вид добавок у комплексі (умовне скорочене позначення)	Кількість добавок у комплексі, % від маси цементу, в перерахунку на суху речовину
СП + (ЛСТ, УПБ)	(0,2-0,5) + (0,1-0,2)
ДФ + (ЛСТ, УПБ)	(0,4-0,7) + (0,1-0,2)
СП + ЩСПК	(0,2-0,5) + (0,1-0,3)
СП + (ГКЖ-10, ГКЖ-11)	(0,3-0,6) + (0,05-0,1)
СП + (СНВ, СДО)	(0,2-0,5) + (0,005-0,01)
СП + (НК, ННК, ННХК, СН)	(0,2-0,5) + (0,5-2,0)
ПДК + (ЛСТ, УПБ)	(0,5-0,8) + (0,05-0,15)
ПДКО + (ЛСТ, УПБ)	(0,6-1,0) + (0,1-0,2)
ЛСТ + ЩСПК	(0,1-0,2) + (0,1-0,3)
(ЛСТ, УПБ) + (СНВ, СДО)	(0,1-0,2) + (0,01-0,02)
ЩСПК + КТП	(0,1-0,3) + (0,005-0,01)
ЛСТ + (СН, НН, ХК, НК, ННХК)	(0,1-0,2) + (0,5-2,0)
УПБ + СН	(0,1-0,2) + (0,5-2,0)
ЩСПК + (НК, ННК, ННХК, СН)	(0,1-0,3) + (0,5-2,0)
(ГКЖ-10, ГКЖ-11) + НК	(0,1-0,2) + (0,5-2,0)
(СНВ, СДО) + (НК, ННК, ННХК, СН)	(0,01-0,02) + (0,5-2,0)
ХК + (СН, ННК)	(0,5-3,0) + (0,5-3,0)

Основною метою використання добавок в сучасному виробництві бетонних сумішей є зниження витрати цементу в складі бетону зі збереженням заданої міцності. Також використання хімічних добавок дозволяє збільшувати рухливість суміші, що в свою чергу скорочує витрати на укладання суміші і знизити В / Ц. При використанні хімічних добавок слід мати на увазі, що поліпшення одного з властивостей бетону, може привести до погіршення іншого. До того ж за допомогою хімічних

добавок неможливо поліпшити вихідну якість бетонної суміші, при використанні неякісних компонентів або при порушеннях технологічних процесів.

При застосуванні добавок з метою підвищення міцності бетону встановлюється оптимальна кількість добавки, яка забезпечує найбільший приріст міцності. При застосуванні добавок, які сприяють розрідженню бетонної суміші, кількість води в бетоні (або водоцементне відношення) зменшується на об'єм, який дозволяє одержати задану рухливість бетонної суміші.

При застосуванні добавок з метою економії цементу підбирається оптимальна кількість добавки (при постійній рухливості бетонної суміші, яка досягається за рахунок зменшення витрати води), що забезпечує найбільший приріст міцності бетону. З урахуванням приросту міцності кількість цементу в бетоні зменшується із розрахунку 0,8-1,0 кг на 0,1 МПа приросту міцності пропарюваного бетону і 1,0 кг на 0,2 МПа приросту міцності бетонів нормального тверднення. Зменшення витрати цементу проводиться без змінювання витрати води. При зменшенні витрати цементу на цю саму кількість збільшується витрата заповнювачів. Частка піску в суміші заповнювачів залишається постійною.

Єдиним недоліком практично всіх добавок є необхідність вібрування суміші, залитої в опалубку. Вони чудово поєднуються з іншими типами добавок, які можуть додати бетону масу корисних властивостей. Одним з них є самоущільнення, що дозволяє виключити операцію вібрування суміші і забезпечує безпустотне заливання самих складних конструкцій.

Різноманітність добавок дозволяє підвищити морозостійкість бетону, поліпшити перекачування суміші за допомогою насосів, прискорити його твердіння, зменшити усадку, отримати легкий бетон при застосуванні піноутворювачів і багато, багато іншого [5].

Застосування добавок охоплює широкий діапазон сучасного будівництва, починаючи від виготовлення цементних розчинів і закінчуючи складними бетонними спорудами (фундаменти, басейни, злітно-посадочні смуги аеродромів). Тому застосування добавок в сучасному будівництві не тільки рекомендується, але й просто життєво необхідно.

.....

### **Висновки**

Встановлено, що використання хімічних добавок до бетону вигідно і технологічно, і економічно. Застосування добавок дозволяє знизити енерговитрати на вкладання бетону, зменшити витрату цементу, зберегти високу рухливість суміші, збільшити довговічність конструкцій, домогтися відмінних показників ранньої та кінцевої міцності бетону.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Бабаєвська Т.В. Бетони на цементях, модифікованих комплексною добавкою: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05, Одеса, 2003. 16 с.
2. Саницький М.А. Бетони нового покоління та енергоощадні технології будівництва / М.А. Саницький, Х.С. Соболев, О.Р. Позняк. — Львівська політехніка, 2010. - С. 164-171.
3. Добавки в бетон як необхідність [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://blokud.lviv.ua/dobavku-do-betony.html>
4. ДБН В.2.7 -64-97 Правила застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах (з поправками). [Чинний від 1998-04-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2002, 67 с.
5. ДСТУ Б В.2.7 -215:2009. Бетони. Правила підбору складу. [Чинний від 2009-12-22]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010, 18 с.

**Заворітний Богдан Миколайович** — студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: b14b.zavoritniy@gmail.com

*Zavoritnyy Bogdan — student of the BM-18m group, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: b14b.zavoritniy@gmail.com*